

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Yoshio NABEYAMA, et al.

Application No.: TBA

Group Art Unit: TBA

Filed: September 11, 2003

Examiner: TBA

For: CHROMATIC DISPERSION COMPENSATING APPARATUS AND CONTROLLING
METHOD OF THE SAME

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicants submit herewith a
certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2002-268894

Filed: September 13, 2002

It is respectfully requested that the applicants be given the benefit of the foreign filing
date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements
of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: Sept. 11, 2003

By:

C. Joan Gilsdorf
Christine Joan Gilsdorf
Registration No. 43,635

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 1 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 6 8 8 9 4
Application Number:

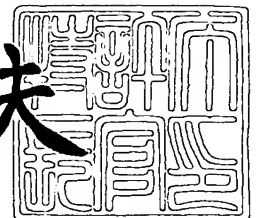
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 6 8 8 9 4]

出 願 人 富 士 通 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 2 5 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 5 9 3 7 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 0252294

【提出日】 平成14年 9月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/18

【発明の名称】 色分散補償装置およびその制御方法

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県福岡市博多区博多駅前三丁目 2 2 番 8 号 富士通九州デジタル・テクノロジー株式会社内

【氏名】 鍋山 義雄

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 中島 功雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100108187

【弁理士】

【氏名又は名称】 横山 淳一

【電話番号】 044-754-3035

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011280

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0017694

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 色分散補償装置およびその制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力光を受光して、所望の波長を有する出力光を生成する分光手段と、

前記分光手段へ前記出力光を戻す、特定波長について設計された光返送手段と、
前記分光手段と前記光返送手段との相対位置を変更するための位置変更手段とを
備える色分散補償器と、

ある波長において各色分散値を生じさせるために必要な前記位置変更手段の位置
制御量を予め保持する保持手段と、

前記出力光の波長および要求される色分散値に対応した前記保持手段内の位置制
御量に基づいて、前記位置変更手段を稼動させる位置制御手段と、
を有することを特徴とする色分散補償装置。

【請求項 2】 請求項 1 の装置であって、
前記分光手段を加熱する加熱手段と、
前記分光手段の温度を検出する温度検出手段とを備え、
前記保持手段はさらに、前記波長と色分散値の組み合わせにおいて、損失を小さ
くするのに必要な前記分光手段の温度を予め保持し、
前記出力光の波長および要求される色分散値に対応した前記保持手段内の温度に
基づいて前記加熱手段を制御する温度制御手段と、
を有することを特徴とする色分散補償装置。

【請求項 3】 請求項 1 の装置であって、
前記分光手段を加熱する加熱手段と、
前記分光手段から出力された出力光を分岐する光分岐手段と、
前記分岐された光の強度を測定する光強度測定手段と、
前記光強度測定手段から得られる光強度が略最大となるように前記加熱手段を制
御する温度制御手段と、
を有することを特徴とする色分散補償装置。

【請求項 4】 請求項 1 の装置であって、

前記分光手段は、同一の角分散を有する、信号光としての第1の波長の光と、モニタ光としての第2の波長の光とを含む出力光を生成するように構成され、
前記分光手段を加熱する加熱手段と、
前記分光手段から出力された前記出力光のうち、第2の波長の光を抽出する光抽出手段と、
前記抽出された光の強度を測定する光強度測定手段と、
前記光強度測定手段から得られる光強度が略最大となるように前記加熱手段を制御する温度制御手段と、
を有することを特徴とする色分散補償装置。

【請求項5】 請求項1の装置であって、
前記分光手段は、光を受け取り、光を出力する複数の透過域を持ち、その透過域内で連続する波長を複数持つ入力光を受け取り、入力光の多重反射を行って、前記連続する波長範囲内の他の波長を持つ入力光に対して形成された出力光とは空間的に区別することの出来る出力光を形成し、自己干渉を行わせることにより、前記出力光を実質的に直線状の分散方向に、各々の波長によって異なる出力角度で分散させるバーチャリ・イメージド・フェーズド・アレイ（VIPA）により構成され、
前記光返送手段は、前記VIPAによって形成される出力光を集束させるレンズと、
集束した光を前記レンズに反射して戻し、前記レンズは、反射された出力光を前記VIPAに戻し、それによって反射された出力光が前記VIPA内で多重反射を受けて、前記VIPAから透過域を通じて出力されるようにするミラーであって、前記VIPAによる角分散方向に対して、前記VIPAからの出力光に各波長によらず略一定の波長分散を与えるような形状を有し、かつ前記VIPAの角分散方向に対して実質的に垂直な方向に対して、異なる波長分散を与える形状を有しているミラーとから構成される
こと特徴とする色分散補償器装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、分光器であるバーチャリ・イメージド・フェーズド・アレイ（VIP A：V i r t u a l l y I m a g e d P h a s e d A r r a y）を用いた色分散補償器の制御に関し、特に色分散値の補正および損失特性の向上に関する。

【0002】**【従来の技術】**

VIP Aを用いて色分散を補償する従来の技術として、VIP Aからの出力光をミラー等で反射してVIP Aに戻す技術が特許文献1に示されている。

そして、特願2001-58947（出願日：平成13年3月2日）に記載された技術によれば、VIP Aからの出力光に、各波長によらず略一定の色分散値を与えるような形状を有し、かつVIP Aの角分散方向に対して実質的に垂直な方向に対して、異なる波長分散を与える形状を有するミラーを備える構成としている。

前記先願の構成によって、使用する波長帯域において略一定であり、かつ必要とする色分散値を容易に得ることができる。

図31は前記先願におけるVIP A型色分散補償器（VIP A-DCM：V i r t u a l l y I m a g e d P h a s e d A r r a y - D i s p e r s i o n C o m p e n s a t i n g M o d u l e）の基本的な構成例を説明する図である。

図31において、サーキュレータ1のポートaから入力される入力光はポートbから出力され、光入出力ポート2に入力する。

この入力光はコリメートレンズ3によってコリメート光となり、ラインフォーカスレンズ4によってガラスプレート5内の光射出側の面上、すなわち、前記ラインフォーカスレンズ4側とは反対側の面上で集光される。

ガラスプレート5に入った前記入力光は広がりながらガラスプレート5内で多重反射しながら、少しずつ光を前記光射出側の面から射出していく。ガラスプレート5からの射出光は階段型の回折格子から光が射出するように振舞う。この振舞いを仮想的な回折格子と見なしたことから、このような構成の装置をバーチャリ・イメージド・フェーズド・アレイ（VIP A）と呼ぶ。

VIPA から射出する波長 λ の光は次の式 (1) の干渉条件を満たす方向に伝播する。

$$2nd \cos \phi = m\lambda \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで d 、 n はそれぞれガラスプレートの厚みと屈折率を表し、 ϕ はガラスプレート内の干渉方向を表し、 m は干渉次数を表している。

VIPA は干渉次数が非常に大きく、大きな角度分散が得られるため、優れた分光器として作用する。

VIPA により分光された光の一波長に着目すると、干渉条件を満足する強めあった光は、フォーカスレンズ 6 の後方に配置された 3 次元ミラー 7 上に集光され、この 3 次元ミラー 7 の形状によって決まる反射角度によって、射出位置と同じ位置、または異なる位置に光が戻る。

この射出位置と戻る位置の波長による相違により、光が再びファイバに結合される際に、すなわち、入出力ポート 2 に戻される際に波長ごとに時間差を生じるため、色分散が生じ、図 31 の構成によって色分散補償器としての機能を果たす。

ここで、3 次元ミラー 7 は、X 軸方向には同一波長の入力光に対して異なる色分散値を与え、Y 軸方向には入力光の波長帯域について略同一の色分散値を与えるような形状を有している。

そして、3 次元ミラー 7 を X 軸方向に移動することによって、入力光の波長帯域について所望の値の色分散を生じさせることができ、色分散値を変更可能な色分散補償器が提供できる。

【0003】

【特許文献 1】

特表 2000-511655 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

前記 VIPA 型色分散補償器において、ガラスプレート 5 の屈折率 n 、厚み d および干渉方向 ϕ を固定値として設計した場合、この VIPA 型色分散補償器は式 (1) を満たす複数の波長において使用できる。

一方、前記 3 次元ミラー 7 は、前記式 (1) を満たす複数の波長のうち、特定の

波長（以降設計波長という）に着眼し、ミラーの傾きを微分量にもつ微分方程式を解くことによって求められる形状に設計されるため、同じミラーの形状を用いても、式（１）を満たし、設計波長と異なる波長で使用する場合には、異なる色分散値を生じてしまう。

すなわち、VIPAから射出した光を３次元ミラー７のX軸方向で同一の位置に集光させた場合、設計波長で生じる色分散値と、式（１）を満たす他の波長で生じる色分散値とは異なってしまう。

図３２はVIPA型色分散補償器の各使用波長におけるモータ制御量と色分散値の関係の一例を示す図である。

図３２において、モータ制御量とは前記３次元ミラー７をX軸方向に移動する手段としてモータを用いた場合のモータ制御量であり、３次元ミラー７のX軸方向の位置に相当する。

そして、図３２の（a）は設計波長よりも長波長を使用波長とした場合、（b）は設計波長を使用波長とした場合、（c）は設計波長よりも短波長を使用波長とした場合それぞれのモータ制御量と色分散値との関係を示している。例えば、負分散の最大値を生じさせるためのモータ制御量は（b）の設計波長での制御量 y と比べて、（a）の長波長で使用した場合の制御量 x は大きく、（c）の短波長で使用した場合の制御量 z は小さい。

このように、同一の色分散値を生じさせるとき、使用する波長に応じてモータ制御量すなわち３次元ミラー７のX軸上の集光位置を変える必要がある。

また、VIPA型色分散補償器はフィルタ特性、すなわち波長に依存する損失特性を持つが、所定の波長で使用する場合、上述のように３次元ミラー７を移動して所定の色分散値を得ようとする、このフィルタ特性が色分散値によって変わる。

図３３はフィルタ特性と色分散値との関係の一例を示した図である。

図３３の（a）は色分散値が 0 ps/nm である場合、（b）は負分散の最大値である場合、（c）は正分散の最大値である場合のフィルタ特性である。

図３３の（a）においては、使用波長における損失が略最小である。

これに対して図３３の（b）、および（c）では、使用波長における損失は（a

）の使用波長における損失よりも大であり、適用する色分散値によっては、その損失が大となってしまうことが分かる。

本発明はこのような課題に鑑み創案されたもので、VIPAと光返送装置との相対位置を変更することによって、その生ずる色分散値が変わるVIPA型色分散補償器において、特定の使用波長において、必要な色分散値に対応した前記相対位置を変更するための制御量を簡易な方法で与えることを目的とする。

また、VIPA型色分散補償器において、特定の使用波長で必要な色分散値を生じさせたとき、その損失を最小とすることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

（第1構成）本発明の色分散補償装置は、入力光を受光して、所望の波長を有する出力光を生成する分光手段と、前記分光手段へ前記出力光を戻す、特定波長について設計された光返送手段と、前記分光手段と前記光返送手段との相対位置を変更するための位置変更手段とを備える色分散補償器と、ある波長において各色分散値を生じさせるために必要な前記位置変更手段の位置制御量を予め保持する保持手段と、前記出力光の波長および要求される色分散値に対応した前記保持手段内の位置制御量に基づいて、前記位置変更手段を稼動させる位置制御手段とを有するように構成する。

（第2構成）本発明の色分散補償装置は、前記第1構成の装置であって、前記分光手段を加熱する加熱手段と、前記分光手段の温度を検出する温度検出手段とを備え、前記保持手段はさらに、前記波長と色分散値の組み合わせにおいて、損失を小さくするのに必要な前記分光手段の温度を予め保持し、前記出力光の波長および要求される色分散値に対応した前記保持手段内の温度に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御手段とを有する構成とする。

（第3構成）本発明の色分散補償装置は、前記第1構成の装置であって、前記分光手段を加熱する加熱手段と、前記分光手段から出力された出力光を分岐する光分岐手段と、前記分岐された光の強度を測定する光強度測定手段と、前記光強度測定手段から得られる光強度が略最大となるように前記加熱手段を制御する温度制御手段と、を有するように構成する。

(第4構成) 本発明の色分散補償装置は、前記第1構成の装置であって、前記分光手段は、同一の角分散を有する、信号光としての第1の波長の光と、モニタ光としての第2の波長の光とを含む出力光を生成するように構成され、前記分光手段を加熱する加熱手段と、前記分光手段から出力された前記出力光のうち、第2の波長の光を抽出する光抽出手段と、前記抽出された光の強度を測定する光強度測定手段と、前記光強度測定手段から得られる光強度が略最大となるように前記加熱手段を制御する温度制御手段とを有するように構成する。

(第5構成) 本発明の色分散補償装置は、前記第1構成の装置であって、前記分光手段は、光を受け取り、光を出力する複数の透過域を持ち、その透過域内で連続する波長を複数持つ入力光を受け取り、入力光の多重反射を行って、前記連続する波長範囲内の他の波長を持つ入力光に対して形成された出力光とは空間的に区別することの出来る出力光を形成し、自己干渉を行わせることにより、前記出力光を実質的に直線状の分散方向に、各々の波長によって異なる出力角度で分散させるバーチャリ・イメージド・フェーズド・アレイ (VIPA) により構成され、前記光返送手段は、前記VIPAによって形成される出力光を集束させるレンズと、集束した光を前記レンズに反射して戻し、前記レンズは、反射された出力光を前記VIPAに戻し、それによって反射された出力光が前記VIPA内で多重反射を受けて、前記VIPAから透過域を通じて出力されるようにするミラーであって、前記VIPAによる角分散方向に対して、前記VIPAからの出力光に各波長によらず略一定の波長分散を与えるような形状を有し、かつ前記VIPAの角分散方向に対して実質的に垂直な方向に対して、異なる波長分散を与える形状を有しているミラーとから構成される。

【0006】

【発明の実施の形態】

(第1実施例) 図1は本発明の色分散補償装置を適用するシステムの構成例であり、ここでは波長分割多重 (WDM) 光伝送方式を用いた海底伝送システムの例を示している。

図1において、第1の端局301と第2の端局401とが海底伝送路700により接続されている。

端局 301、401 はそれぞれ送信部 311、451 および受信部 351、411 から構成される。

第 1 の端局 301 の送信部 311 は複数の異なる波長の光信号を送信する支線チャネル送信器 312、各支線チャネル送信器 312 に対応したチャネル増幅器 313、色分散補償装置 314、各支線チャネルからの光信号を波長多重する波長多重部 315、波長多重された光信号を増幅する WDM 増幅器 316 から構成される。第 2 の端局 401 の送信部 451 も同様の構成である。

第 2 の端局 401 の受信部 411 は海底伝送路 700 からの WDM 信号を増幅する WDM 増幅器 416、WDM 信号を各波長の光信号に分離する波長分離部 415、分離された各波長の光信号に対応したチャネル増幅器 413、色分散補償器 414、および支線チャネル受信器 412 から構成される。第 1 の端局 301 の受信部 351 も同様の構成である。

第 1 の端局 301 の各支線チャネル送信器 312 からの光信号は、チャネル増幅器 313 によってそれぞれ増幅され、本発明を適用した色分散補償装置 314 によってそれぞれ所定の色分散を生じ、波長多重部 315 によって多重されて WDM 信号となり、WDM 増幅器 316 で増幅されて海底伝送路 700 に送出される。

海底伝送路 700 を伝播し、第 2 の端局 401 の受信部 411 に入力された WDM 信号は、WDM 増幅器により増幅され、波長分離部 415 により各波長の光信号に分離され、それぞれチャネル増幅器 413 により増幅されて、本発明を適用した色分散補償装置 414 により所定の色分散を生じて、各支線チャネル受信器 412 に入力される。

第 2 の端局 401 から第 1 の端局 301 への通信も同様に行なわれ、双方向海底伝送システムを形成している。

ここで、WDM 信号は海底伝送路 700 を伝播する過程で色分散を生じるが、第 1 の端局 301 の色分散補償装置 314、および第 2 の端局 401 の色分散補償装置 414 によって、海底伝送路 700 で生じる色分散と逆の色分散を生じさせることによって色分散を補償し、良好な受信特性を得ることができる。

図 2 は本発明における色分散補償装置の一実施例である。

101は色分散補償装置であり、VIPA型色分散補償器(VIPA-DCM)11、前記VIPA-DCM11内のVIPAと光返送装置としての3次元ミラーとの位置変更手段として設けられたモータ12、前記VIPA-DCMを構成するガラスプレート5を一定の温度に保ち、VIPA-DCMが生じる色分散値を安定させるためのヒータ13を含む。

図3は前記VIPA-DCM11、モータ12、ヒータ13の構成例であり、VIPA-DCMは図31に示すものと同じ構成であり、モータ12は3次元ミラー7をX軸方向に移動可能とする。

また、図2において、色分散補償装置101は、色分散値とこれに対応する前記位置変更手段の位置制御量としてのモータ制御量を示すデータを、複数の波長について予め保持している保持手段としての不揮発性メモリ14、指定した使用波長および指定した色分散値に対応したモータ制御量を不揮発性メモリ14から獲得し、モータ12を前記対応した制御量に基づいて稼動させる相対位置制御手段としてのモータ制御回路15を含む。

さらに色分散補償装置101は、外部からの入力光の光入力端子16、外部への出力光の光出力端子17、外部からの入力光をVIPA-DCM11に渡し、VIPA-DCM11からの出力光を光出力端子17に導くサーキュレータ1、および、モータ制御回路15に波長および色分散値を指定するための情報指定入力端子18を備えている。

図2において、光入力端子16から入力した外部からの入力光はサーキュレータ1のポートaに入力し、ポートbから出力されて、VIPA-DCM11に入力する。

VIPA-DCM11からの出力光はサーキュレータ1のポートbに入力し、ポートcから出力されて、光出力端子17から外部への出力光として出力される。この過程で外部からの入力光はVIPA-DCM11により所定の色分散を生じて外部への出力光となる。

なお、ヒータ13は前記VIPA-DCMを構成するガラスプレート5を一定の温度に保ち、VIPA-DCMが生じる色分散値を安定させるためのものである。

図4は図2に示す不揮発性メモリ14のデータの一例を示しており、使用波長毎に複数の色分散値とその色分散値に対応するモータ制御量のデータが保存されている。例えば、この例では使用波長として1567.440 nmから1534.937 nmまでを約1.2 nm間隔として、18波長分のデータを保存している。

そして、前記波長毎に色分散値 -2000 ps/nm から $+2000\text{ ps/nm}$ までを10 nm間隔の401個の色分散値に分け、これらの色分散値に対応するモータ制御量をそれぞれ保存している。ここで、モータ制御量はモータに与えるパルス数である。

つぎに本実施例の制御方法について説明する。

まず、システムの運用開始前に、分散補償装置を使用する波長および、必要とされる色分散値が決められ、分散補償装置の制御を開始する。

所定の使用波長および所定の色分散値、例えば、波長多重伝送システムにおける1波長、例えば1566.211 nm、および該システムで使用するファイバ特性や伝送距離などから算出された所要の色分散値、例えば -1990 ps/nm を情報指定入力端子18を通してモータ制御回路15に入力する。

これら波長と色分散値の指定を受け、モータ制御回路15は該当する波長、色分散値におけるモータ制御量を不揮発性メモリ14から獲得する。

図4の例では、波長1566.211 nm、色分散値 -1990 ps/nm に対応するモータ制御量である、4994パルスを得る。

モータ制御回路15はこの制御量に基づいてモータを稼動する。

このように制御することにより、設計波長以外の波長においても必要な色分散値が得られるように、前記制御量を簡易な方法で与えることができる。

なお、図4のデータにおいて、波長の上限值、下限値、波長の間隔、色分散値の上限值、下限値、色分散値の間隔は図に例示したものに限らず、例えば波長はシステムで必要とする波長のみとしても良いし、そのVIP A型色分散補償器に適用できるすべての波長としても良い。また、色分散値の上限值、下限値もシステムで必要とする色分散値のみとしても良いし、そのVIP A型色分散補償器が生成可能な最大の正の色分散値、負の色分散値としても良く、その間隔も必要に応

じて変えて良い。

また、図4において使用波長、色分散値、モータ制御量としてその具体的数値を示したが、これに限らず、例えば波長1567.440nmは波長番号1、色分散値-2000ps/nmは色分散値番号1などと定義することにより、保存するデータ量を少なくすることができる。

さらに、図32に示すように、ある波長における色分散値とモータ制御量との関係が直線で近似できる場合には、その波長における色分散値と対応するモータ制御量の2点のデータと、色分散値と対応するモータ制御量の1点のデータおよび色分散値に対するモータ制御量を示す直線の傾きを示すデータとのいずれかを保存しておき、モータ制御回路に演算回路を設けて、所定の色分散値における制御量を演算で求めることもできる。この場合、不揮発性メモリ14に保存するデータは比較的少量で済む。

(第2実施例) 図5は本発明における色分散補償装置の一実施例である。

102は色分散補償装置であり、VIPA-DCM11、VIPA-DCM11内のVIPAと3次元ミラーとの位置変更手段として設けられたモータ12、前記VIPAを加熱する手段としてのヒータ13、前記VIPAの温度を検出する温度検出手段としての温度センサ19を含む。

図6は前記VIPA-DCM11、モータ12、ヒータ13、温度センサ19の構成例である。

また、図5において、色分散補償装置102は、複数の波長について、複数の色分散値とこれに対応する前記モータ12の制御量を示すデータと、複数の波長について、複数の色分散値とこれに対応する、出力光の損失が最小となる前記VIPAの温度を示すデータとを予め保持している保持手段としての不揮発性メモリ14、指定した使用波長および指定した色分散値に対応した前記モータ12の制御量を前記不揮発性メモリ14から獲得し、前記モータ12を前記対応した制御量に基づいて稼働させる相対位置制御手段としてのモータ制御回路15を含む。

さらに、この色分散補償装置102は、指定した使用波長および指定した色分散値について、これらに対応した前記温度を前記保持手段の保持するデータに基づいて獲得し、前記温度検出手段から得られる前記VIPAの温度が前記獲得した

温度と略同一となるように前記加熱手段を制御する温度制御手段としての温度制御回路 20 を備える。

加えてこの色分散補償装置 102 は、外部からの入力光の光入力端子 16、外部への出力光の光出力端子 17、外部からの入力光を光入力端子 16 から V I P A - D C M 11 に渡し、V I P A - D C M 11 からの出力光を光出力端子 17 に導くサーキュレータ 1、および、モータ制御回路 15 と温度制御回路 20 とに波長および色分散値を指定するための情報指定入力端子 18 とを備える。

図 5 において、光入力端子 16 から入力した外部からの入力光はサーキュレータ 1 のポート a に入力し、ポート b から出力されて、V I P A - D C M 11 に入力する。

V I P A - D C M 11 からの出力光はサーキュレータ 1 のポート b に入力し、ポート c から出力されて、光出力端子 17 から外部への出力光として出力される。この過程で外部からの入力光は V I P A - D C M 11 により所定の色分散を生じて外部への出力光となる。

ここで、V I P A 型色分散補償器のフィルタ特性、すなわち波長に依存する損失特性が前記 V I P A の温度により変化することを説明する。

図 7 は V I P A 型色分散補償器のフィルタ特性が、前記 V I P A を構成するガラスプレート 5 の温度により変化することを示す概念図である。

図 7 において、(a) はガラスプレート 5 の温度が t であるときの V I P A 型色分散補償器のフィルタ特性であり、使用波長 λ_0 での損失が最小となっている。これは式 (1) を満たす λ_0 に対応するガラスプレート 5 内の干渉方向 ϕ_0 に射出される光においてその損失が最小となることを示している。

ここでガラスプレート 5 を放熱（または、冷却素子等により冷却しても良い）し、その温度を $t - \Delta t$ に下げると、ガラスプレートは収縮してその厚さが $d - \Delta d$ と薄くなる。

このとき、式 (1) を満たし、かつガラスプレート 5 内の干渉方向が前記 ϕ_0 である光の波長は、前記 λ_0 よりも波長が短いことになり、このときのフィルタ特性は図 7 の (b) に示すように、 λ_0 よりも短い波長においてその損失が最小となり、使用波長 λ_0 においては、その損失が (a) における損失よりも大である

。逆に言えば、図7の(b)のようなフィルタ特性である場合、 λ_0 における損失を改善するためには、ガラスプレート5を加熱し、そのフィルタ特性を(a)に近づけるように制御すればよい。

ガラスプレート5を加熱し、その温度を上昇させると、ガラスプレート5は膨張してその厚さが厚くなり、図7(c)に示すように、 λ_0 よりも長い波長においてその損失が最小となり、使用波長 λ_0 においては、その損失が(a)における損失よりも大である。逆に言えば、図7(c)のようなフィルタ特性である場合、 λ_0 における損失を改善するためには、ガラスプレート5を放熱(または、冷却素子等により冷却しても良い)し、そのフィルタ特性を(a)に近づけるように制御すればよい。

このことを利用して、ガラスプレート5の温度を制御することにより、特定の使用波長で必要な色分散値を生じさせたとき、その損失を最小となるようにすることができる。

例えば、図33の(b)に示すように、VIP A型色分散補償器を負分散の最大値で使用する場合、ガラスプレート5を放熱(または、冷却素子等により冷却しても良い)してその温度を下げることににより、図7(c)の特性を図7(a)の特性に近づけることができ、使用波長における損失を改善することができる。

。

同様に、例えば、図33(c)に示すように、VIP A型色分散補償器を正分散の最大値で使用する場合、ガラスプレートを加熱してその温度を上げることににより、図7(b)の特性を図7(a)の特性に近づけることができ、使用波長における損失を改善することができる。

図8は図5に示す不揮発性メモリ14に保存されているデータの一例を示しており、使用波長毎に複数の色分散値とその色分散値に対応するモータ制御量のデータ、および使用波長毎に複数の色分散値とその色分散値に対応するVIP Aの温度データが保存されている。

例えば、図8の例では使用波長として1567.440 nmから1534.937 nmまでを約1.2 nm間隔の18波長分のデータを保存している。

そして、前記各波長について、色分散値-2000 ps/nmから+2000 p

s/nmまでを10nm間隔の401個の色分散値に分け、これに対応するモータ制御量および温度をそれぞれ保存している。

つぎに本実施例の制御方法について説明する。

所定の使用波長および所定の色分散値、例えば、波長多重伝送システムにおける1波長、例えば1566.211nm、および該システムで使用するファイバ特性や伝送距離などから算出された所要の色分散値、例えば-1990ps/nmが情報指定入力端子18を通してモータ制御回路15および温度制御回路20に入力される。

これら波長と色分散値の指定を受け、モータ制御回路15および温度制御回路20は該当する波長、色分散値におけるモータ制御量と温度とをそれぞれ不揮発性メモリ14から獲得する。

図8の例では、指定された波長1566.211nm、色分散値-1990ps/nmに対応して、モータ制御回路15は4994パルスを得、温度制御回路20は79.1度を得る。

モータ制御回路15は前記獲得した制御量に基づいてモータ12を制御し、温度制御回路20は、温度センサ19の示す温度と前記獲得した温度79.1とを比較し、VIPAがこの温度となるようにヒータを制御する。

このように制御することにより、特定の波長で必要な色分散値において損失を最小とすることができる。

なお、図8においては温度データとしてその具体的数値を示したが、これに限らず、例えば温度75.0℃は温度番号1、75.1℃は温度番号2などと定義することにより、保存するデータ量を少なくすることもできる。また、ヒータ13を制御する値として、温度ではなく、たとえば電圧である場合には、制御すべき電圧をデータとしても良い。

(第3実施例) 図9は本発明における色分散補償装置の他の実施例である。

103は色分散補償装置であり、VIPA-DCM11、VIPA-DCM1.1内のVIPAと3次元ミラーとの位置変更手段として設けられたモータ12、複数の波長について複数の色分散値とこれに対応するモータ12の制御量を示すデータを予め保持している保持手段としての不揮発性メモリ14、指定した使用波

長および指定した色分散値に対応した位置制御量を前記不揮発性メモリ 14 から獲得し、モータ 12 を前記対応した制御量に基づいて稼働させる相対位置制御手段としてのモータ制御回路 15 から構成される。

また、この色分散補償装置 103 は、前記 VIPA を加熱する手段としてのヒータ 13、前記 VIPA の温度を検出する温度検出手段としての温度センサ 19、VIPA-DCM からの出力光を分岐する光分岐手段としての光分配器 21、光分配器 21 により分岐された光の強度を測定する光強度測定手段としてのレベルモニタ 22、VIPA の温度を変化させ、レベルモニタ 22 から得られる光強度が略最大となるようにヒータ 13 を制御する温度制御手段としての温度制御回路 20 を備える。

そして、温度制御回路 20 は温度制御のために必要となるデータを記憶するメモリ 23 を備えている。

さらに色分散補償装置 103 は、外部からの入力光の光入力端子 16、外部への出力光の光出力端子 17、外部からの入力光を VIPA-DCM 11 に渡し、VIPA-DCM 11 からの出力光を光出力端子 17 に導くサーキュレータ 1、および、モータ制御回路 15 に波長および色分散値を指定するための情報指定入力端子 18 を備えている。

ここで、不揮発性メモリ 14 は図 4 に示すデータを保持しているものとする。

図 9 において、光入力端子 16 から入力した外部からの入力光はサーキュレータ 1 のポート a に入力し、ポート b から出力されて、VIPA-DCM 11 に入力する。

そして、VIPA-DCM 11 からの出力光はサーキュレータ 1 のポート b に入力し、ポート c から出力されて、光分配器 21 で分岐し、その一方が光出力端子 17 から外部への出力光として出力される。

また、光分配器 21 で分岐したの他方の光は、レベルモニタ 22 によりその光レベルが測定され、その測定値が温度制御回路 20 に入力される。

ここで、所定の色分散値を得るためのモータ 12 の制御方法については前記第 1 実施例と同様であり、所定の波長において所定の色分散値が得られるようにモータ 12 はモータ制御回路 15 により制御済みであるとする。

次に温度の制御方法について説明する。

図10は本実施例の温度制御のフローを示すフローチャートである。

温度制御回路20は、温度センサからの温度データおよびレベルモニタ22からの光レベルデータをそれぞれ温度記憶値の初期値および光レベル記憶値の初期値としてメモリ23に記憶する。(S31)

つぎに温度制御回路20はヒータ13を制御して、VIPAを加熱し、加熱中であることを示すデータを加熱状態記憶値としてメモリ23に記憶する。(S32)

温度制御回路20はレベルモニタ22により測定された光レベルの測定値と、メモリに記憶されている光レベル記憶値とを比較する。(S33)

光レベルの測定値が光レベル記憶値より大である場合には、光レベルの測定値と、温度センサ19から得られる温度とをそれぞれ新たな温度記憶値および新たな光レベル記憶値として記憶する。(S34)

このとき、光レベルの測定値は増大しているので、より大きな光レベルを得るため、ヒータ13に行なわれている現在の制御を継続するようにする。

このため、温度制御回路20はメモリ23の加熱状態記憶値を参照して、現在加熱中であるか、放熱中であるかを判定する。(S35)

S35において加熱中であれば加熱を続け、加熱中であることを新たな加熱状態記憶値としてメモリ23に記憶する。(S36)

これは図6において、加熱によって(b)の曲線が、(a)の曲線の方にシフトし、その使用波長における損失が減少の方向に向いていることを示している。

S35において加熱中でない、すなわち、放熱中であれば放熱を続けて、放熱中であることを新たな加熱状態記憶値としてメモリ23に記憶する。(S37)

これは図7において、放熱によって(c)の曲線が、(a)の曲線の方にシフトし、その使用波長における損失が減少の方向に向いていることを示している。

S36またはS37の処理後、S33の処理に移行する。

S33の処理において、温度制御回路20がレベルモニタ22により測定された光レベルの測定値と、光レベル記憶値とを比較した結果、光レベルの測定値が光レベル記憶値より大でない場合には、光レベルの測定値が同一または減少してい

るので、より大きな光レベルを得るため、ヒータ 13 に行なわれている現在の制御とは逆の制御を行なうようにする。

このため、温度制御回路 20 はメモリ 23 の加熱状態記憶値を参照して、現在加熱中であるか否かを判定する。(S38)

S38 において加熱中であれば温度制御回路 20 は放熱に制御を切替えて、放熱中であることを新たな加熱状態記憶値としてメモリ 23 に記憶する。(S39)

これは図 7 において、加熱によって (c) の曲線が、(a) の曲線とは逆の方向にシフトし、その使用波長における損失が増大の方向に向いていたものを、放熱に制御を切替えて、(a) の曲線の方向にシフトさせるように制御したことを示している。

S38 において放熱中であれば温度制御回路 20 は加熱に制御を切替えて、加熱中であることを新たな加熱状態記憶値としてメモリ 23 に記憶する。(S40)

これは図 7 において、放熱によって (b) の曲線が、(a) の曲線とは逆の方向にシフトし、その使用波長における損失が増大の方向に向いていたものを、加熱に制御を切替えて、(a) の曲線の方向にシフトさせるように制御したことを示している。

S39 または S40 の処理の後、S33 の処理に移行する。

前記説明した処理によって、分岐された出力光の光レベルが略最大に保たれる。すなわち、VIP A 型色分散補償器において、所定の使用波長で所定の色分散値を生じさせたとき、その損失を略最小とすることができる。

なお、温度制御回路 20 が、たとえば特定の時間だけ前記説明した処理を行なうようにし、その後はメモリ 23 に記憶されている温度と、温度センサ 19 により測定された温度とにより温度制御回路 20 がVIP A の温度制御を行なうことによっても同様の効果を奏する。

(第 4 実施例) 図 9 は本発明の他の実施例の構成を示し、第 3 実施例の構成と同一の構成である。

なお、図 9 において、メモリ 23 はVIP A の温度を変化させる中心温度の初期値として、ある温度を予め記憶している。

ここで、所定の色分散値を得るためのモータ 12 の制御方法については前記第 1

実施例と同様であり、所定の波長において所定の色分散値が得られるようにモータ 12 はモータ制御回路 15 により制御済みであるとする。

図 11 乃至図 13 は温度波形と光レベル波形との対応を説明する図である。

図 11 において、(a) は温度波形を示す。(a) において、 t_0 は中心温度であり、この中心温度に対して Δt の範囲で温度を変化させる。

この温度変化によってフィルタ特性が変化する。

図 11 の (b) は、前記温度変化の途中に光レベルが極大値を迎える場合の光レベル波形である。温度の上昇時および下降時の双方において光レベルの極大値を迎えるため、光レベルの変化する周期は温度の変化する周期の 2 倍であることが分かる。なお、これはそのフィルタ特性が図 7 の (a) に示すようなものであることを示している。

このように、光レベル波形の周期が温度波形の周期の略 2 倍である場合、この温度範囲に光レベルの極大値が存在することが分かる。

図 12 の (a) は図 11 の (a) と同一であり、温度波形を示す。図 12 の (b) は、前記温度変化の途中に光レベルが極大値を迎えない場合であり、かつ温度上昇時に光レベルが減少し、温度下降時に光レベルが増大する場合の光レベル波形である。すなわち、温度波形と光レベル波形との位相が一致しておらず、温度の下降時に光レベルが増大しているので、温度を下降させることによって、光レベルの極大値を迎えることになる。なお、これはそのフィルタ特性が図 5 の (c) に示すようなものであることを示している。

このように、光レベル波形の周期が温度波形の周期の略 2 倍ではなく、かつそれらの位相が略一致でない場合、光レベルを極大値に近づけるためには温度を下降させれば良いことが分かる。

図 13 の (a) は図 11 の (a) と同一であり、温度波形を示す。図 13 の (b) は、前記温度変化の途中に光レベルが極大値を迎えない場合であり、かつ温度上昇時に光レベルが増大し、温度下降時に光レベルが減少する場合の光レベル波形である。すなわち、温度波形と光レベル波形との位相が略一致であり、温度の上昇時に光レベルが増大しているので、温度を上昇させることによって、その極大値を迎えることになる。なお、これはそのフィルタ特性が図 7 の (b) に示す

ようなものであることを示している。

このように、光レベル波形の周期が温度波形の周期の略2倍ではなく、それらの位相が略一致である場合、光レベルを極大値に近づけるためには温度を上昇させれば良いことがわかる。

図14は本実施例の温度制御フローを示すフローチャートである。

温度制御回路20は前記中心温度の初期値としてメモリ23に予め記憶されている温度を中心温度記憶値として記憶する。(S51)

温度制御回路20は或る時間周期で、中心温度記憶値を中心温度として、或る温度範囲でVIPAの温度を変化させるようにヒータ13を制御する。(S52)

そして、温度制御回路20は温度センサ19からの温度データおよびレベルモニタ22からの光レベルデータをメモリ23に前記温度変化の時間周期よりも短い時間周期で逐次記憶していく。(S53)

つぎに温度制御回路20は逐次記憶した温度データおよび光レベルデータにより、それぞれ温度の時間変化波形（以降、温度波形という。）と光レベルの時間変化波形（以降、光レベル波形という。）とを得て、これらを比較する。(S54)

そして温度制御回路20は光レベル波形の周期が温度波形の周期の略2倍であるか否かを判定する。(S55)

周期が略2倍である場合は、S52の処理に戻る。

周期が略2倍でない場合、さらに光レベル波形の位相が温度波形の位相と略一致であるか否かを判定する。(S56)

S56において、位相が略一致である場合には記憶した温度の最大値を新しい中心温度記憶値として記憶する。(S57)

そして、S52の処理に戻る。

S56において、位相が略一致でない場合には記憶した温度の最小値を新しい中心温度記憶値として記憶する。(S57)

そして、S52の処理に戻る。

前記説明した処理によって、分岐された出力光の光レベルが略最大に保たれる。

すなわち、VIPA型色分散補償器において、所定の使用波長で所定の色分散値

を生じさせたとき、その損失を略最小とすることができる。

(第5実施例) 図15は本発明における色分散補償装置の他の実施例である。

図15において、201はVIPA-DCM11によって角分散を生じる第1の波長の光と同一の角分散を生じ、前記第1の波長とは異なる第2の波長の光としてのモニタ光を生成するモニタ光源である。

そして104は色分散補償装置であり、図9の色分散補償装置103と略同一の構成である。

構成の異なる点は、前記モニタ光を入力するモニタ光入力端子42と、光入力端子16からの入力光とモニタ光入力端子42からの入力光とを合波する手段としての合波器44とをさらに備えている点である。

また、図9における光分配器11に替えて、サーキュレータ1のポートcには、前記モニタ光を抽出する光抽出手段としての分波器41が接続され、抽出されたモニタ光がレベルモニタ22に導かれるように構成する。

図16はVIPA-DCMのフィルタ特性と、色分散を生じさせる入力光の波長である使用波長およびモニタ光源が発生するモニタ光源の波長との関係の一例を示す図である。

VIPA型色分散補償器において、ガラスプレートの屈折率 n 、厚み d および干渉方向 ϕ を固定値として設計した場合、このVIPA型色分散補償器は式(1)を満たす複数の波長において使用でき、図16に示すように、複数の波長(\dots 、 λ_{k-1} 、 λ_k 、 λ_{k+1} 、 \dots 、 λ_{i-1} 、 λ_i 、 λ_{i+1} 、 \dots)において損失の極小値があり、これらの波長帯域のフィルタ特性は略同一である。

図17は使用波長 λ_0 およびモニタ光波長 λ_m におけるフィルタ特性を示す図である。

図16において、使用波長 λ_0 を(たとえば λ_i に)決定し、モニタ光波長 λ_m として前記複数の波長のうち λ_0 とは異なる1波長を決定する。

図17は使用波長 λ_0 およびモニタ光波長 λ_m のフィルタ特性を示す。

図17において、必要な色分散値やVIPAの温度によって、これらの波長におけるフィルタ特性は変化するが、その変化の仕方は使用波長 λ_0 とモニタ光波長

λ_m において略同一である。

たとえば、波長 λ_m におけるフィルタ特性と波長 λ_0 におけるフィルタ特性は、図 17 の (a) と (a')、(b) と (b')、(c) と (c') がそれぞれ対応することになる。

したがって、モニタ光波長 λ_m での損失が略最小となるように（換言すると、光レベルが略最大となるように）制御することにより、使用波長 λ_0 においてもその損失を略最小とすること（換言すると、光レベルを略最大とすること）ができる。

そして、前述した図 14 の制御フローに従い、温度制御回路 20 がモニタ光の光レベルを参照して VIPA の温度を制御することにより、モニタ光の光レベルが略最大に保たれる。すなわち、VIPA 型色分散補償器において、特定の使用波長で必要な色分散値を生じさせたとき、その損失を略最小とすることができる。さらに、本実施例においては使用波長とは別波長の光をモニタ用に設けたので、使用波長の光を分岐、モニタする場合に比べて出力光の光レベルが大である。

（第 6 実施例）図 18 は本発明における色分散補償装置の他の実施例である。

図 18 において、VIPA-DCM によって同一の角分散を生じる n 個の波長 λ_1 から λ_n を持つ信号光に、独立に色分散を与えるシステムである。

図 18 において 104 (1) 乃至 104 (n) は図 15 に示す色分散補償装置 104 であり、波長 λ_1 から λ_n のそれぞれの信号光に対応して設けられている。信号光 λ_1 から λ_n はそれぞれ光分配器 51 により分配され、分配された光の一方は対応する色分散補償装置（たとえば信号光 λ_1 が分配された一方は 104 (1)）の光入力端子 16 に供給され、他方はモニタ光として、別の色分散補償装置（たとえば 104 (2)）のモニタ光入力端子 42 に供給される。

そして、前述した図 14 の制御フローに従い、温度制御回路 20 がモニタ光の光レベルを参照して VIPA の温度を制御することにより、モニタ光の光レベルが略最大に保たれる。すなわち、VIPA 型色分散補償器において、特定の使用波長で必要な色分散値を生じさせたとき、その損失を略最小とすることができる。さらに、本実施例においてはモニタ光として別光源を用意する必要がない。

（第 7 実施例）図 19 は本発明における色分散補償装置を使用したシステムの実

施例である。

図19に示すシステムは、VIPA-DCMによって同一の角分散を生じる n 個の波長 λ_1 から λ_n を持つ信号光に、独立に色分散を与えるシステムである。

図19において104(1)乃至104(n)は図15に示す色分散補償装置104であり、波長 λ_1 から λ_n のそれぞれの信号光に対応して設けられている。信号光 λ_1 乃至 λ_n はそれぞれ対応する色分散補償装置104(1)乃至104(n)の光入力端子16から供給され、それぞれ所定の色分散を生じて、光出力端子17から出力される。

そして、201はVIPA-DCMによって同一の角分散を生じる複数の波長のうち、前記 λ_1 乃至 λ_n とは異なる波長 λ_m を生成するモニタ光源であり、生成されたモニタ光は光分配器51によって分配されて、それぞれ色分散補償装置104(1)乃至104(n)に供給される。

そして、前述した図14の制御フローに従い、温度制御回路20がモニタ光の光レベルを参照してVIPAの温度を制御することにより、モニタ光の光レベルが略最大に保たれる。すなわち、VIPA型色分散補償器において、特定の使用波長で必要な色分散値を生じさせたとき、その損失を略最小とすることができる。さらに、本実施例においては1つのモニタ用光源を多数の色分散補償装置のモニタ光として使用することができ、色分散補償装置ごとにモニタ光源を用意した場合に比べ経済的である。また、色分散補償装置を構成する分波器は、モニタ光波長 λ_m を分波する1種類の仕様のもので済むという効果もある。

(第8実施例) 図20は本発明における色分散補償装置の他の実施例の基本構成である。

図20において、105は色分散補償装置であり、図15における色分散補償装置104と略同一の構成である。

構成の異なる点は、VIPA-DCM11によって角分散を生じる第1の波長 λ_0 と同一の角分散を生じる、前記第1の波長とは異なる第2の波長 λ_m を生成できるモニタ光源からの情報を入力するためのモニタ光情報入力端子43をさらに備えている点である。

図21は本実施例を説明する第2の図である。図21における各数字は図20の

それに対応している。

図 21 において、202 は V I P A - D C M 1 1 によって角分散を生じる第 1 の波長 λ_0 と同一の角分散を生じる、前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長 λ_m を生成できるモニタ光源である。

図 20 において、このモニタ用光源から生成された光は、合波器 44 により光入力端子 16 からの入力光と合波され、V I P A - D C M 1 1 を経由してサーキュレータ 1 のポート c から出力され、分波器 41 によって分波されてレベルモニタ 22 に入力される。

そしてモニタ光源 202 はその生成光の波長を前記第 2 の波長 λ_m を中心として周期的に変化させる機能を有する構成であり、出力している波長を示す情報をモニタ光情報入力端子 43 を介して温度制御回路 20 に通知する構成とする。

図 22 は使用波長である λ_0 におけるフィルタ特性と、モニタ光源の波長 λ_m におけるフィルタ特性とを示す図である。

前述のとおりモニタ光源の波長 λ_m におけるフィルタ特性と使用波長 λ_0 におけるフィルタ特性は、図 22 の (a) と (a')、(b) と (b')、(c) と (c') がそれぞれ対応して変化するので、モニタ光波長 λ_m での損失が略最小となるように制御することにより、使用波長 λ_0 においてもその損失を略最小とすることができる。

本実施例では図 22 に示すように、モニタ光波長 (λ_m) を長波長方向 ($\lambda_m + \Delta\lambda$) および短波長方向 ($\lambda_m - \Delta\lambda$) に変化させ、このときの光レベルを検出して、損失が略最小となるように温度制御を行なう。

ここで、所定の色分散値を得るためのモータ 12 の制御方法については前記第 1 実施例と同様であり、所定の波長において所定の色分散値が得られるようにモータ 12 はモータ制御回路 15 により制御済みであるとする。

図 23 乃至図 25 は波長波形と光レベル波形との対応を説明する図である。

図 23 において、(a) は波長波形を示す。(a) において、 λ_m は中心波長であり、 $\lambda_m - \Delta\lambda$ と $\lambda_m + \Delta\lambda$ の範囲で波長が周期的に変化する。

この波長変化によって光レベルが変化する。図 23 の (b) は、前記波長変化の途中に光レベルが極大値を迎える場合の光レベル波形である。波長を長波長側に

変化させた場合および、短波長側に変化させた場合の双方において光レベルの極大値を迎えるため、光レベル波形の周期は波長波形の周期の2倍であることが分かる。

このように、光レベル波形の周期が波長波形の周期の略2倍である場合、モニタ光波長における光レベルが、その極大値の近傍にあることが分かる。

そして、モニタ光波長におけるフィルタ特性と使用波長におけるフィルタ特性とは略同一であるから、使用波長における光レベルが、その極大値の近傍にあることになる。

図24の(a)は図23の(a)と同一であり、波長波形を示す。図24の(b)は、前記波長変化の途中に光レベルが極大値を迎えない場合であり、かつ波長を長波長側に変化させた場合に光レベルが減少し、波長を短波長側に変化させた場合に光レベルが増大する場合の光レベル波形である。すなわち、波長変化波形と光レベル波形との位相が一致していない場合の光レベル波形である。

これは、図22の(b)のようなフィルタ特性であることを示しているので、図7に示すように、VIPAを加熱することによってフィルタ特性を図22の(a)のフィルタ特性に近づけることができる。

このように、光レベル波形の周期が波長波形の周期の略2倍でなく、かつ、これらの位相が略一致でない場合、モニタ光波長における光レベルを極大値に近づけるためには、VIPAを加熱すればよいことが分かる。

そして、モニタ光波長におけるフィルタ特性と使用波長におけるフィルタ特性とは略同一であるから、使用波長における光レベルを極大値に近づけるためには、VIPAを加熱すればよいことになる。

図25の(a)は図23の(a)と同一であり、波長波形を示す。図25の(b)は、前記波長変化の途中に光レベルが極大値を迎えない場合であり、かつ波長を長波長側に変化させた場合に光レベルが増大し、波長を短波長側に変化させた場合に光レベルが減少する場合の光レベル波形である。すなわち、波長波形と光レベル波形との位相が一致している。

これは、図22の(c)のようなフィルタ特性であることを示しているので、図6に示すように、VIPAを放熱させることによってフィルタ特性が図22の(

a) のフィルタ特性に近づけることができる。

このように、光レベル波形の周期が波長波形の周期の略2倍でなく、かつ、これらの位相が略一致である場合、モニタ光波長における光レベルを極大値に近づけるためには、VIPAを放熱すればよいことが分かる。

そして、モニタ光波長におけるフィルタ特性と使用波長におけるフィルタ特性とは略同一であるから、使用波長における光レベルを極大値に近づけるためには、VIPAを放熱すればよいことになる。

図26は本実施例の制御フローを示すフローチャートである。

まず、モニタ光源202を稼動し、ある時間周期でその波長を変化させる。(S61)

そして、温度制御回路20はモニタ光情報入力端子43からのモニタ光の波長データと、レベルモニタ22からの光レベルデータをメモリ23に前記波長変化の時間周期よりも短い時間周期で逐次記憶する。(S62)

つぎに温度制御回路20は逐次記憶した波長データと光レベルデータから、波長の時間変化波形（以降波長波形という。）と光レベルの時間変化波形（以降光レベル波形という。）とを得て、これらを比較する。(S63)

そして温度制御回路20は光レベル波形の周期が波長波形の周期の略2倍であるか否かを判定する。(S64)

周期が略2倍である場合は、S62の処理に戻る。

周期が略2倍でない場合、さらに光レベル波形の位相が波長波形の位相と略一致であるか否かを判定する。(S65)

位相が略一致である場合にはヒータ13を制御してVIPAを加熱する。(S66)

そして、S62の処理に戻る。

位相が略一致でない場合にはヒータ13を制御してVIPAを放熱させる。(S67)

そして、S62の処理に戻る。

前記説明した処理によって、モニタ光の光レベルが略最大に保たれる。すなわち、VIPA型色分散補償器において、特定の使用波長で必要な色分散値を生じさ

せたとき、その損失を略最小とすることができる。

さらに、本実施例においては別波長の光をモニタ用に設けたので、使用波長の光を分岐してモニタする場合に比べて使用波長の出力光の光レベルが大である。

(第9実施例) 図20は本発明における色分散補償装置の他の実施例の基本構成を示す図であり、その構成は前記第8実施例の構成と同一である。

図21は本実施例を説明する第2の図であり、その構成は前記第8実施例と同一であるが、モニタ光源202は異なる2波長 λ_{m1} および λ_{m2} の光を、周期的に生成する機能を有する構成であり、出力している波長を示す情報をモニタ光情報入力端子43を介して温度制御回路20に通知する構成とする。

図27はモニタ用光源202の波長 λ_{m1} および λ_{m2} の一例を示す。

図27において、 λ_m は使用波長の光がVIPA-DCM11によって生ずる角分散と同一の角分散を生じる1波長である。この λ_m における損失が最小となるフィルタ特性が図27の曲線である。

このフィルタ特性において、その損失が略同一となり、 λ_m よりも短波長側である波長 λ_{m1} および λ_m よりも長波長側である波長 λ_{m2} をモニタ用光源201の生成する波長に選択する。

ここで、所定の色分散値を得るためのモータ12の制御方法については前記第1実施例と同様であり、所定の波長において所定の色分散値が得られるようにモータ12はモータ制御回路15により制御済みであるとする。

また、図20に示すメモリ23には、波長 λ_{m1} における光レベル測定値と波長 λ_{m2} における光レベル測定値との差の許容値 L_0 が予め記憶されている。

図28は本実施例の制御フローを示すフローチャートである。

モニタ光源202を稼動し、波長 λ_{m1} および λ_{m2} の光を周期的に生成させる。(S71)

そして、温度制御回路20はモニタ光情報入力端子43からのモニタ光の波長データと、レベルモニタ22からの光レベルデータを獲得する。(S72)

つぎに温度制御回路20は λ_{m1} における光レベル $L(\lambda_{m1})$ と λ_{m2} における光レベル $L(\lambda_{m2})$ とを比較する。(S73)

そして温度制御回路20は $L(\lambda_{m1})$ と $L(\lambda_{m2})$ との差の絶対値が、メモ

り 23 に記憶されている許容値 L_0 以下であるか否かを判定する。(S74)

$L(\lambda m1)$ と $L(\lambda m2)$ との差の絶対値が、許容値 L_0 以下である場合は、S72 の処理に戻る。

これは、図 29 (a) に示すように、 λm がその損失の極小値近傍にあることを示し、VIPA の現在の温度が適切であることを示す。

$L(\lambda m1)$ と $L(\lambda m2)$ との差の絶対値が、許容値 L_0 以下でない場合は、 $L(\lambda m1)$ と $L(\lambda m2)$ のいずれが大であるかを判定する。(S75)

$L(\lambda m1)$ が $L(\lambda m2)$ よりも大である場合、温度制御回路は VIPA を加熱する。(S76)

そして、S72 の処理に戻る。

これは、図 29 (b) に示すように、フィルタ特性の損失の極小値が、短波長側にずれていることを示し、図 6 に示すとおり、VIPA を加熱することにより、フィルタ特性の損失の極小値を λm に近づけることが可能であることを示す。

S75 の処理において、 $L(\lambda m1)$ が $L(\lambda m2)$ よりも大でない場合、温度制御回路は VIPA を放熱する。(S77)

そして、S72 の処理に戻る。

これは、図 29 (c) に示すように、フィルタ特性の損失の極小値が、長波長側にずれていることを示し、図 6 に示すとおり、VIPA を放熱することにより、フィルタ特性の損失の極小値を λm に近づけることが可能であることを示す。

前記説明した処理によって、波長 λm の光の光レベルが略最大に保たれる。すなわち、VIPA 型色分散補償器において、特定の使用波長で必要な色分散値を生じさせたとき、その損失を略最小とすることができる。

さらに、本実施例においては別波長の光をモニタ用に設けたので、使用波長の光を分岐してモニタする場合に比べて使用波長の出力光の光レベルが大である。

なお、モニタ光源 202 は波長 $\lambda m1$ および波長 $\lambda m2$ の光を周期的に生成させるものとしたが、 $\lambda m1$ を定常的に生成する光源および $\lambda m2$ を定常的に生成する光源とを別々に備えた構成でも同様の制御によって、同様の効果を奏する。

図 30 は $\lambda m1$ と $\lambda m2$ との別の選択例を示す。図 30 において、フィルタ特性 (1) とフィルタ特性 (2) は、VIPA-DCM11 が生じる角分散方向が同

一で、異なる波長に対応したフィルタ特性である。これらのフィルタ特性は、その曲線の形状が略同一であるため、波長 λ_{m1} をフィルタ特性(1)から選択し、波長 λ_{m2} をフィルタ特性(2)から選択しても、前記制御によって、同様の効果を奏する。

以上、本明細書で開示した主な発明について以下にまとめる。

(付記1) 入力光を受光して、所望の波長を有する出力光を生成する分光手段と、
前記分光手段へ前記出力光を戻す、特定波長について設計された光返送手段と、
前記分光手段と前記光返送手段との相対位置を変更するための位置変更手段とを備える色分散補償器と、
ある波長において各色分散値を生じさせるために必要な前記位置変更手段の位置制御量を予め保持する保持手段と、
前記出力光の波長および要求される色分散値に対応した前記保持手段内の位置制御量に基づいて、前記位置変更手段を稼動させる位置制御手段と、
を有することを特徴とする色分散補償装置。(請求項1)

(付記2) 付記1の装置であって、
前記位置制御手段は、さらに前記保持手段から前記位置制御量を算出するための演算手段を有することを特徴とする色分散補償装置。

(付記3) 付記1の装置であって、
前記分光手段を加熱する加熱手段と、
前記分光手段の温度を検出する温度検出手段とを備え、
前記保持手段はさらに、前記波長と色分散値の組み合わせにおいて、損失を小さくするのに必要な前記分光手段の温度を予め保持し、
前記出力光の波長および要求される色分散値に対応した前記保持手段内の温度に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御手段と、
を有することを特徴とする色分散補償装置。(請求項2)

(付記4) 付記1の装置であって、
前記分光手段を加熱する加熱手段と、
前記分光手段から出力された出力光を分岐する光分岐手段と、

前記分岐された光の強度を測定する光強度測定手段と、
前記光強度測定手段から得られる光強度が略最大となるように前記加熱手段を制御する温度制御手段と、

を有することを特徴とする色分散補償装置。（請求項 3）

（付記 5）付記 4 の装置であって、
前記分光手段の温度を検出する温度検出手段と、
前記温度制御手段により前記分光手段の温度が変化し、前記光強度測定手段から得られる光強度が略最大となった時の温度を保持する温度保持手段と、
をさらに有することを特徴とする色分散補償装置。

（付記 6）付記 1 の装置であって、
前記分光手段は、同一の角分散を有する、信号光としての第 1 の波長の光と、モニタ光としての第 2 の波長の光とを含む出力光を生成するように構成され、
前記分光手段を加熱する加熱手段と、
前記分光手段から出力された前記出力光のうち、第 2 の波長の光を抽出する光抽出手段と、
前記抽出された光の強度を測定する光強度測定手段と、
前記光強度測定手段から得られる光強度が略最大となるように前記加熱手段を制御する温度制御手段と、

を有することを特徴とする色分散補償装置。（請求項 4）

（付記 7）付記 1 の装置であって、
前記分光手段は、光を受け取り、光を出力する複数の透過域を持ち、その透過域内で連続する波長を複数持つ入力光を受け取り、入力光の多重反射を行って、前記連続する波長範囲内の他の波長を持つ入力光に対して形成された出力光とは空間的に区別することの出来る出力光を形成し、自己干渉を行わせることにより、
前記出力光を実質的に直線状の分散方向に、各々の波長によって異なる出力角度で分散させるバーチャリ・イメージド・フェーズド・アレイ（VIPA）により構成され、

前記光返送手段は、前記 V I P A によって形成される出力光を集束させるレンズと、

集束した光を前記レンズに反射して戻し、前記レンズは、反射された出力光を前記 V I P A に戻し、それによって反射された出力光が前記 V I P A 内で多重反射を受けて、前記 V I P A から透過域を通じて出力されるようにするミラーであって、前記 V I P A による角分散方向に対して、前記 V I P A からの出力光に各波長によらず略一定の波長分散を与えるような形状を有し、かつ前記 V I P A の角分散方向に対して実質的に垂直な方向に対して、異なる波長分散を与える形状を有しているミラーとから構成される

こと特徴とする色分散補償器装置。(請求項 5)

(付記 8) 付記 1 の装置であって、

前記分光手段は、同一の角分散を有する、信号光としての第 1 の波長の光と、モニタ光としての第 2 の波長の光とを含む出力光を生成するように構成され、

前記モニタ光の波長は変化できるように構成され、

前記分光手段を加熱する加熱手段と、

前記分光手段から出力された前記出力光のうち、第 2 の波長の光を抽出する光抽出手段と、

前記抽出された光の強度を測定する光強度測定手段と、

前記モニタ光の波長を第 2 の波長を含む波長帯域で変化させた場合の光の強度の変化に従って、前記加熱手段を制御する温度制御手段と、

を有することを特徴とする色分散補償装置。

(付記 9) 付記 6 の装置であって、

前記モニタ光は複数の異なる波長を持つ光であることを特長とする色分散補償装置。

(付記 10) 入力光を受光して、所望の波長を有する出力光を生成する分光手段と、

前記分光手段へ前記出力光を戻す、特定波長について設計された光返送手段と、

前記分光手段と前記光返送手段との相対位置を変更するための位置変更手段とを備える色分散補償器とを備える色分散補償器を制御する制御方法であって、

出力光の波長と必要な色分散値を指定するステップと、

前記指定した波長および指定した色分散値に対応した前記位置変更手段の制御量

を獲得するステップと、

前記位置変更手段を前記獲得した制御量に基づいて稼動させるステップと、

を有することを特徴とする色分散補償器の制御方法。

(付記 1 1) 付記 1 0 の制御方法において、

前記波長および色分散値を指定するステップと、

前記指定した波長および指定した色分散値に対応した前記位置変更手段の制御量
を獲得するステップとの間に、前記指定した波長および指定した色分散値に対応
した前記位置変更手段の制御量を算出するステップを有することを特徴とする色
分散補償器の制御方法。

(付記 1 2) 付記 1 0 の制御方法であって、

位置変更手段を獲得した制御量に基づいて稼動させる前記ステップの後に、

温度初期値および光レベル初期値とを温度記憶値および光レベル記憶値として記
憶するステップと、

前記分光手段を加熱し、加熱中であることを加熱状態記憶値として記憶するステ
ップと、

光レベルの測定値が記憶している光レベルよりも大であるか判定する第 1 の判定
ステップと、

前記第 1 の判定ステップの判定が肯定である場合に、温度の測定値と光レベルの
測定値を新たな温度記憶と光レベル記憶値としてそれぞれ記憶するステップと、
前記加熱状態記憶値が加熱中であることを示しているかを判定する第 2 の判定ス
テップと、

前記第 2 の判定ステップが肯定である場合、前記 V I P A を加熱し、加熱中であ
ることを新たな加熱状態記憶値として記憶し、前記第 1 の判定ステップの処理に
移るステップと、

前記第 2 の判定ステップが否定である場合、前記分光手段を放熱し、加熱中では
ないことを新たな加熱状態記憶値として記憶し、前記第 1 の判定ステップの処理
に移るステップと、

前記第 1 の判定ステップの判定が否定である場合に、前記加熱状態記憶値が加熱
中であることを示しているかを判定する第 3 の判定ステップと、

前記第 3 の判定ステップが肯定である場合、前記分光手段を放熱し、加熱中でないことを新たな加熱状態記憶値として記憶し、前記第 1 の判定ステップの処理に移るステップと、

前記第 3 の判定ステップが否定である場合、前記分光手段を加熱し、加熱中であることを新たな加熱状態記憶値として記憶し、前記第 1 の判定ステップの処理に移るステップと、

からなることを特徴とする色分散補償器の制御方法。

（付記 1 3）付記 1 0 の制御方法であって、

位置変更手段を獲得した制御量に基づいて稼動させる前記ステップの後に、

温度初期値を第 1 の温度記憶値として記憶するステップと、

第 1 の温度記憶値を中心としたある温度範囲で周期的に前記分光手段の温度を変化させるステップと、

温度測定値と光レベル測定値とを定期的に記憶するステップと、

記憶した温度測定値から温度の時間変化波形と記憶した光レベル測定値から光レベルの時間変化波形とを比較するステップと、

前記光レベルの時間変化波形の周期が前記温度の時間変化波形の周期が 2 倍であるかを判定する第 1 の判定ステップと、

前記第 1 の判定ステップの判定が肯定である場合に、前記温度記憶値を中心としたある温度範囲で周期的に前記 V I P A の温度を変化させるステップに移行するステップと、

前記第 1 の判定ステップの判定が否定である場合に、前記光レベルの時間変化波形の位相が前記温度の時間変化波形の位相と一致であるかを判定する第 2 の判定ステップと、

前記第 2 の判定ステップが肯定である場合、前記記憶した温度測定値のうち、最高温度を新たな第 1 の温度記憶値として記憶し、前記温度記憶値を中心としたある温度範囲で周期的に前記分光手段の温度を変化させるステップに移行するステップと、

前記第 2 の判定ステップが否定である場合、前記記憶した温度測定値のうち、最低温度を新たな第 1 の温度記憶値として記憶し、前記温度記憶値を中心としたあ

る温度範囲で周期的に前記分光手段の温度を変化させるステップに移行するステップと、

からなることを特徴とする色分散補償器の制御方法。

(付記 14) 所要波長に従って生ずる色分散値の誤差を、予め格納された情報に基づいて補正し、所要波長、所要分散値における損失を最小になるように制御することを特徴とする V I P A を用いた色分散補償器。

【0007】

【発明の効果】

本発明によれば、V I P A と光返送装置との相対位置を変更することによって、その生ずる色分散値が変わる V I P A 型色分散補償器において、特定の使用波長において、必要な色分散値に対応した前記相対位置を変更するための制御量を簡易な方法で与えることができる。

また、V I P A 型色分散補償器において、特定の使用波長で必要な色分散値を生じさせたとき、その損失を最小とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明を適用するシステムの一例を説明する図である。

【図 2】 本発明の第 1 実施例を示す図である。

【図 3】 本発明の V I P A - D C M の構成を示す図 (1) である。

【図 4】 本発明のメモリ保存データ例 (1) を示す図である。

【図 5】 本発明の第 2 実施例を示す図である。

【図 6】 本発明の V I P A - D C M の構成を示す図 (2) である。

【図 7】 フィルタ特性の温度依存性を示す図である。

【図 8】 本発明のメモリ保存データ例 (2) を示す図である。

【図 9】 本発明の第 3 および第 4 実施例を示す図である。

【図 10】 本発明の制御フロー (1) を示す図である。

【図 11】 温度波形と光レベル波形との関係 (1) を示す図である。

【図 12】 温度波形と光レベル波形との関係 (2) を示す図である。

【図 13】 温度波形と光レベル波形との関係 (3) を示す図である。

【図 14】 本発明の制御フロー (2) を示す図である。

【図 1 5】本発明の第 5 実施例を示す図である。

【図 1 6】V I P A - D C M のフィルタ特性と使用波長、モニタ光波長の関係の一例を示す図である。

【図 1 7】使用波長およびモニタ光波長におけるフィルタ特性を示す図である。

【図 1 8】本発明の第 6 実施例を示す図である。

【図 1 9】本発明の第 7 実施例を示す図である。

【図 2 0】本発明の第 8、第 9 実施例の基本構成を示す図である。

【図 2 1】本発明の第 8、第 9 実施例を説明図 (2) である。

【図 2 2】使用波長およびモニタ光波長におけるフィルタ特性を示す図である。

【図 2 3】波長波形と光レベル波形との関係 (1) を示す図である。

【図 2 4】波長波形と光レベル波形との関係 (2) を示す図である。

【図 2 5】波長波形と光レベル波形との関係 (3) を示す図である。

【図 2 6】本発明の制御フロー (3) を示す図である。

【図 2 7】本発明で使用するモニタ光源の波長を示す図である。

【図 2 8】本発明の制御フロー (4) を示す図である。

【図 2 9】本発明で使用するモニタ光の光レベルとフィルタ特性との関係を示す図である。

【図 3 0】V I P A - D C M のフィルタ特性と本発明で使用するモニタ光波長 λ_{m1} および λ_{m2} の選択例を示す図である。

【図 3 1】本発明を適用する V I P A 型色分散補償器の基本的構成例を示す図である。

【図 3 2】V I P A 型色分散補償器の各使用波長におけるモータ制御量と色分散値との関係を説明する図である。

【図 3 3】フィルタ特性と色分散値との関係を示す図である。

【符号の説明】

- 1 サーキュレータ
- 2 光入出力ポート
- 3 コリメートレンズ
- 4 ラインフォーカスレンズ

- 5 ガラスプレート
- 6 フォーカスレンズ
- 7 3次元ミラー
- 11 VIPA型色分散補償器 (VIPA-DCM)
- 12 モータ
- 13 ヒータ
- 14 不揮発性メモリ
- 15 モータ制御回路
- 16 光入力端子
- 17 光出力端子
- 18 情報指定入力端子
- 19 温度センサ
- 20 温度制御回路
- 21 光分配器
- 22 レベルモニタ
- 23 メモリ
- 41 分波器
- 42 モニタ光入力端子
- 43 モニタ光情報入力端子
- 44 合波器
- 51 光分配器
- 101、102、103、104、105 色分散補償装置
- 201、202 モニタ用光源
- 301、401 端局装置
- 311、451 送信部
- 312 支線チャネル送信器
- 313、413 チャネル増幅器
- 314、414 色分散補償装置
- 315 波長多重部

3 1 6、4 1 6 WDM増幅器

3 5 1、4 1 1 受信部

4 1 2 支線チャネル受信部

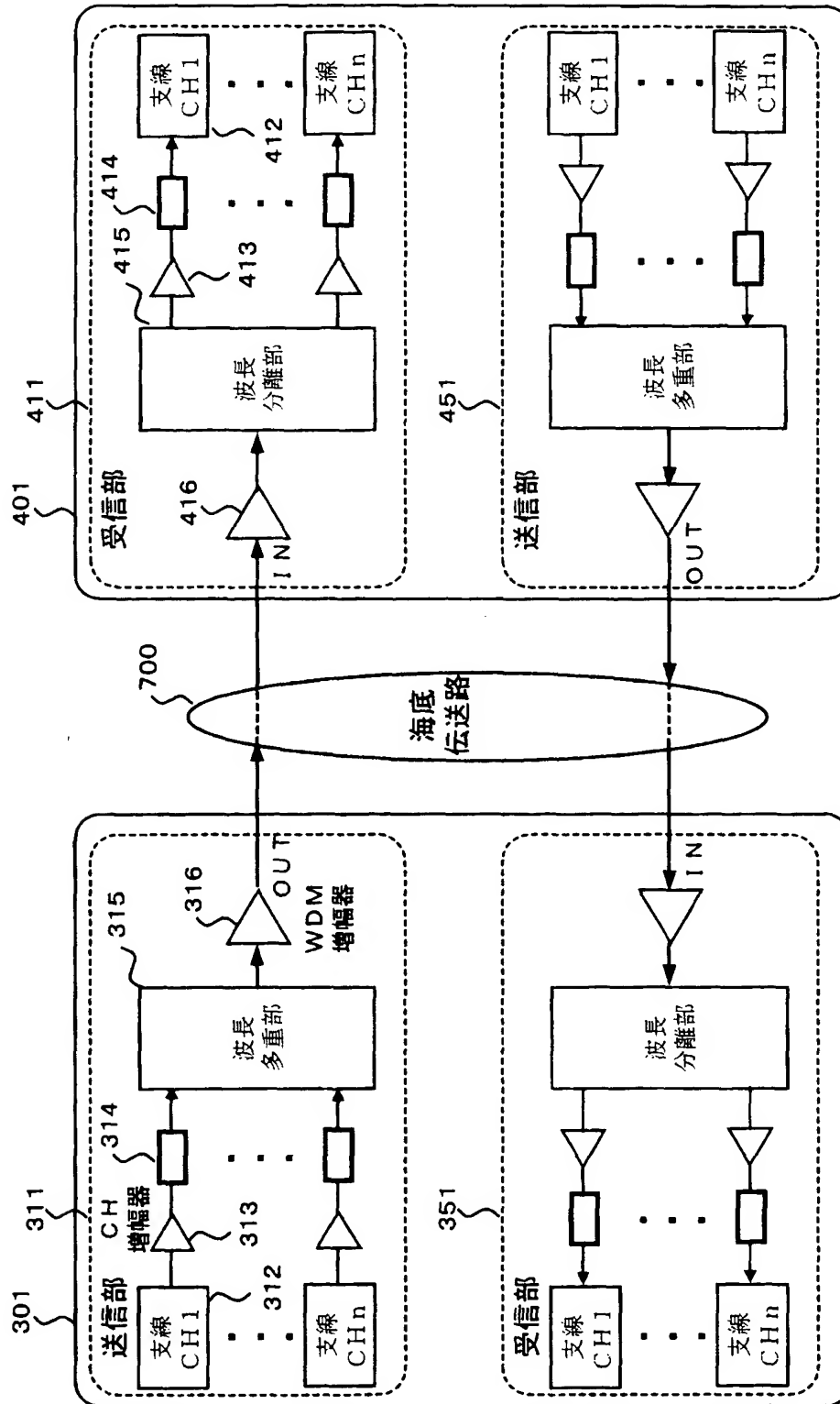
4 1 5 波長分離部

【書類名】

図面

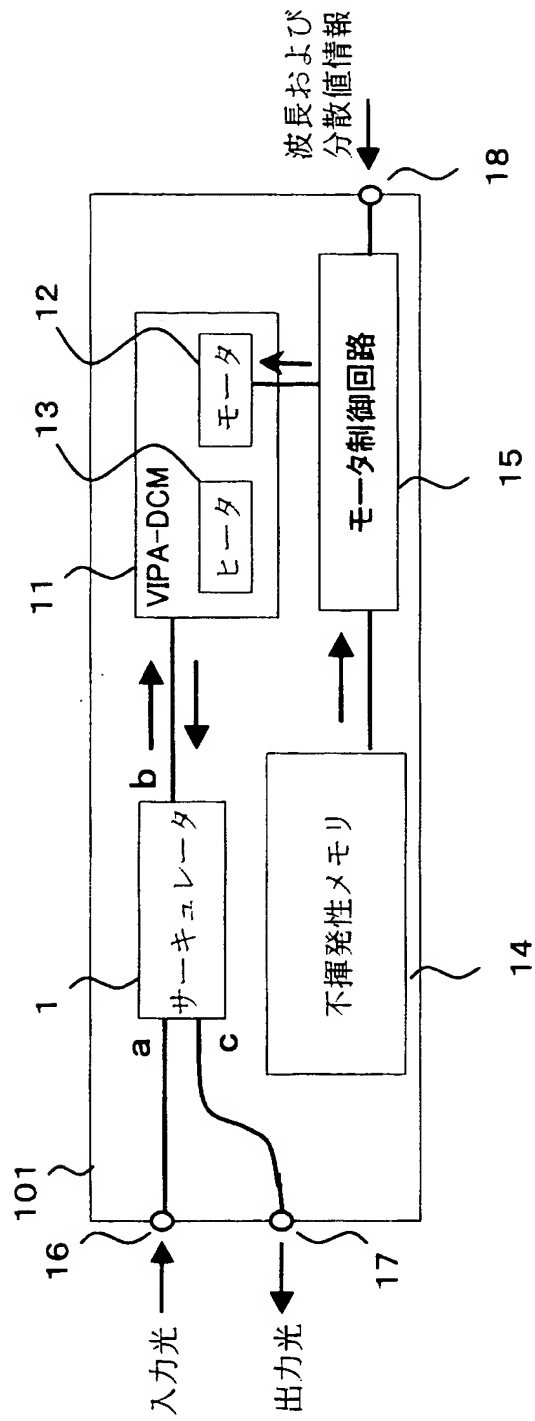
【図 1】

本発明を適用するシステムの例

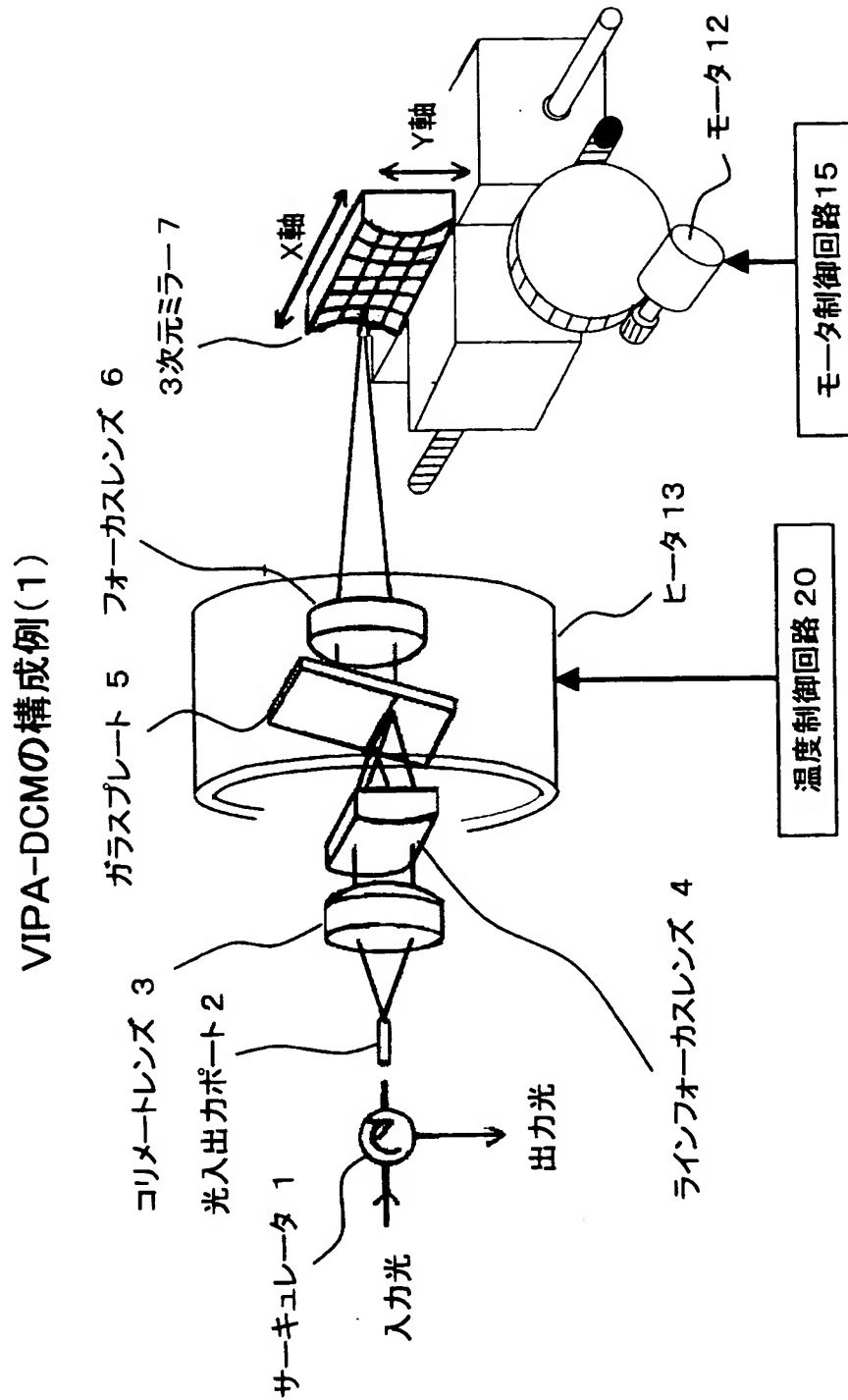


【図 2】

本発明の第1実施例



【図 3】



【図 4】

メモリ保存データ例(1)

使用波長 (nm)	色分散値 (ps/nm)	モータ制御量 (パルス)
1567.440	-2000	5000
	-1990	4992

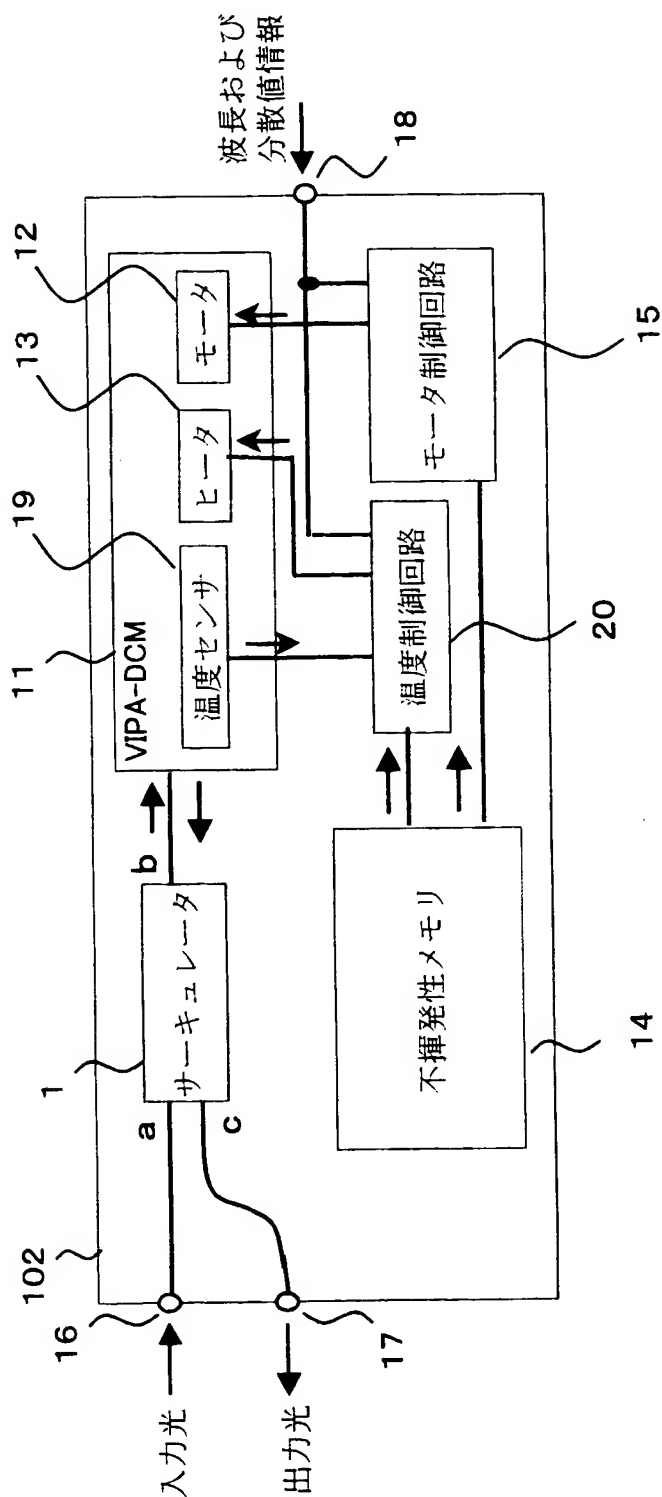
1566.211	+2000	2000
	-2000	5002
	-1990	4994
...
	+2000	1998

1534.937	-2000	5002
	-1990	4984

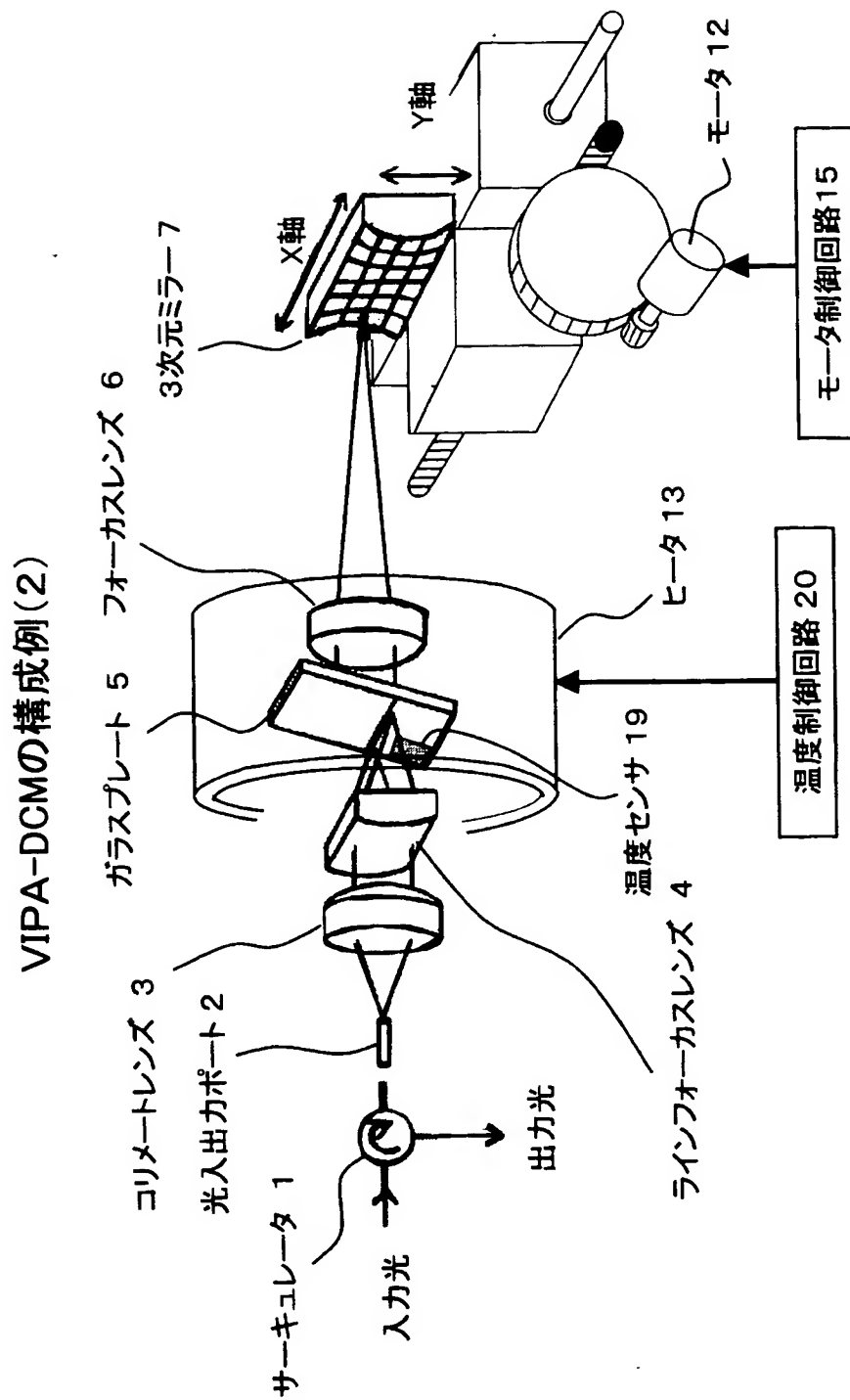
	+2000	1988

【図 5】

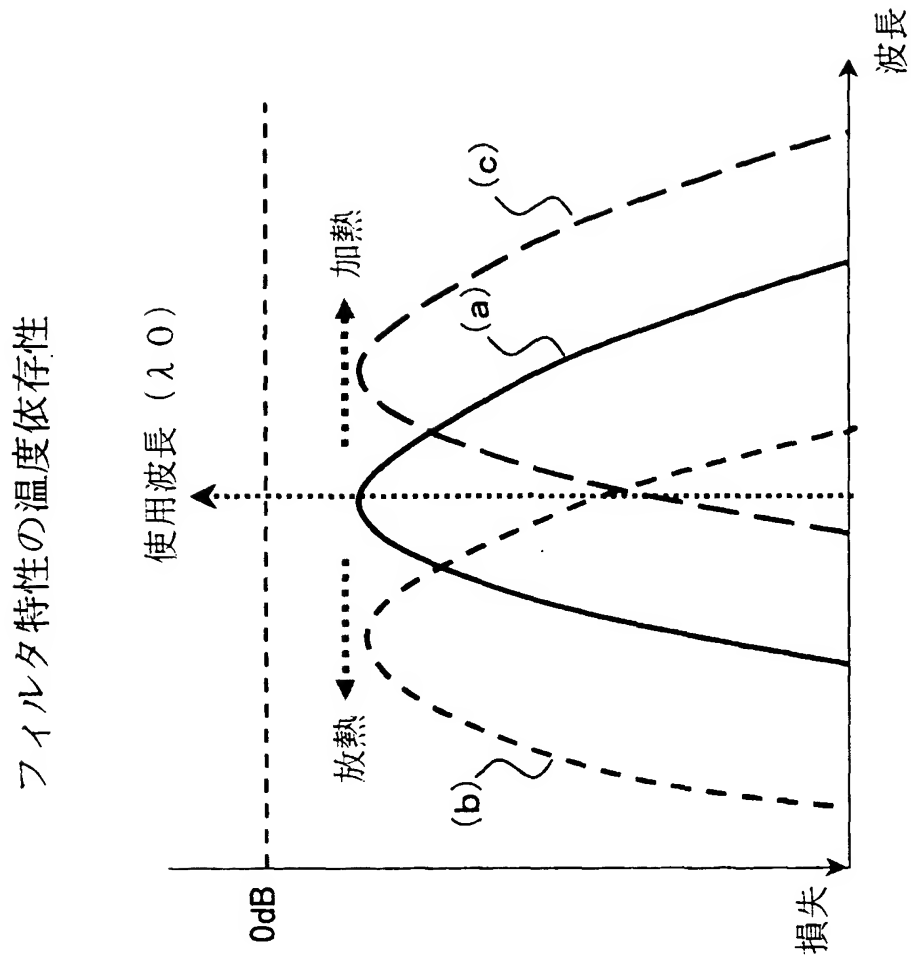
本発明の第2実施例



【図 6】



【図 7】



【図 8】

メモリ保存データ例(2)

使用波長 (nm)	分散値 (ps/nm)	モータ制御量 (パルス)	温度 (°C)
1567.440	-2000	5000	79.3
	-1990	4992	79.2

1566.211	+2000	2000	75.2
	-2000	5002	79.2
	-1990	4994	79.1

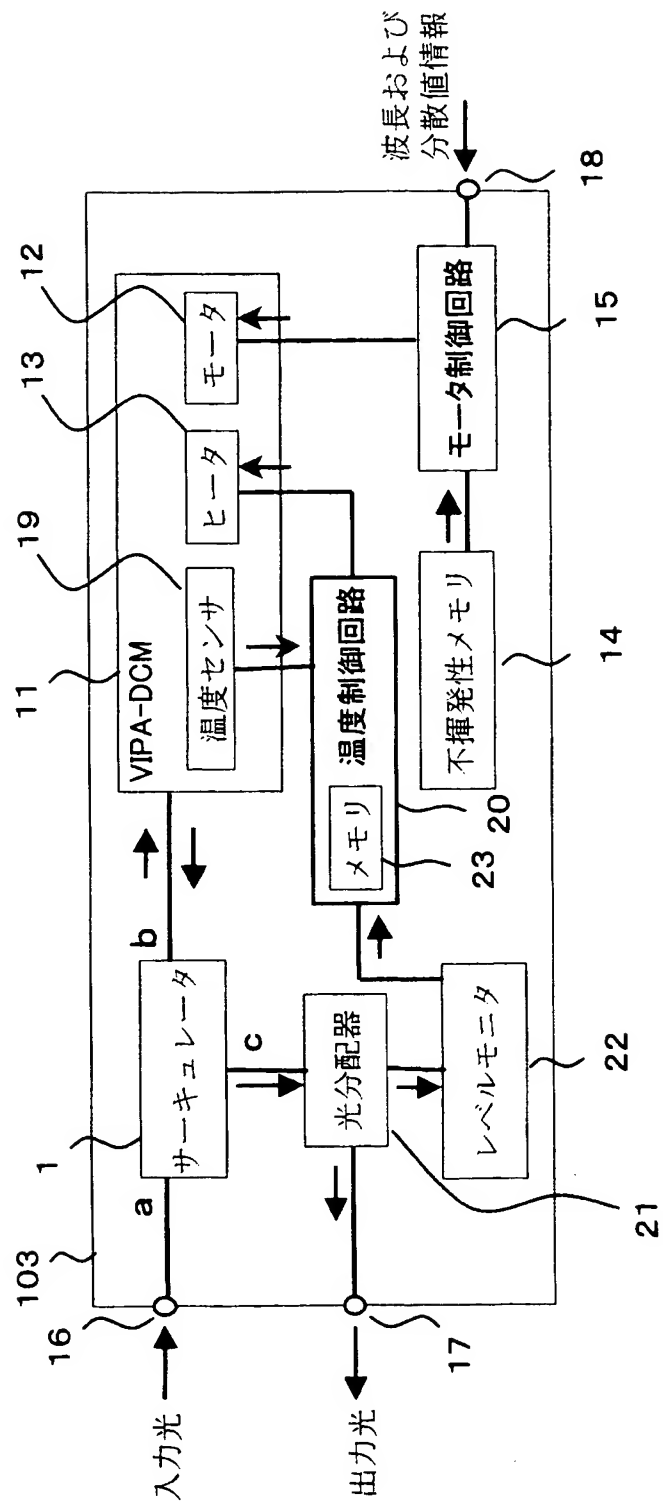
...	+2000	1998	75.1

1534.937	-2000	5002	78.3
	-1990	4984	78.2

	+2000	1988	75.0

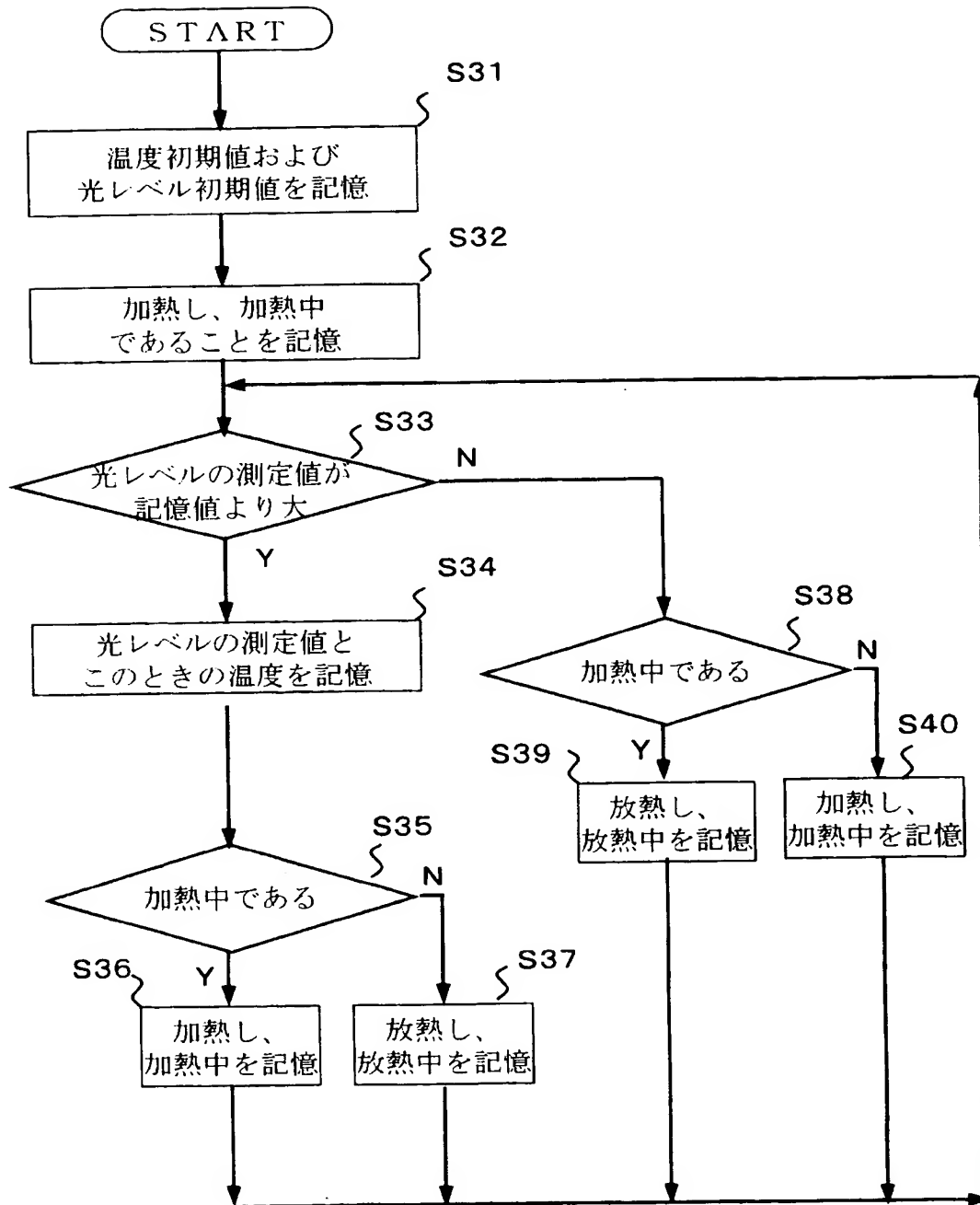
【図 9】

本発明の第 3 および第 4 実施例



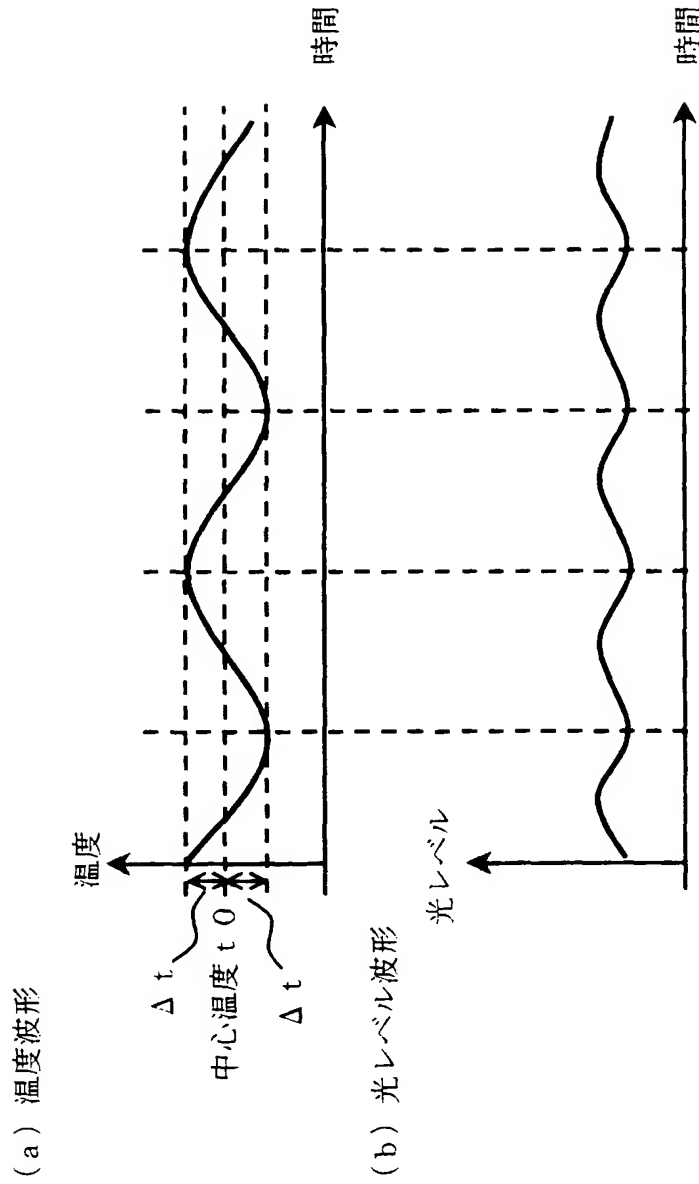
【図 10】

制御フロー (1)



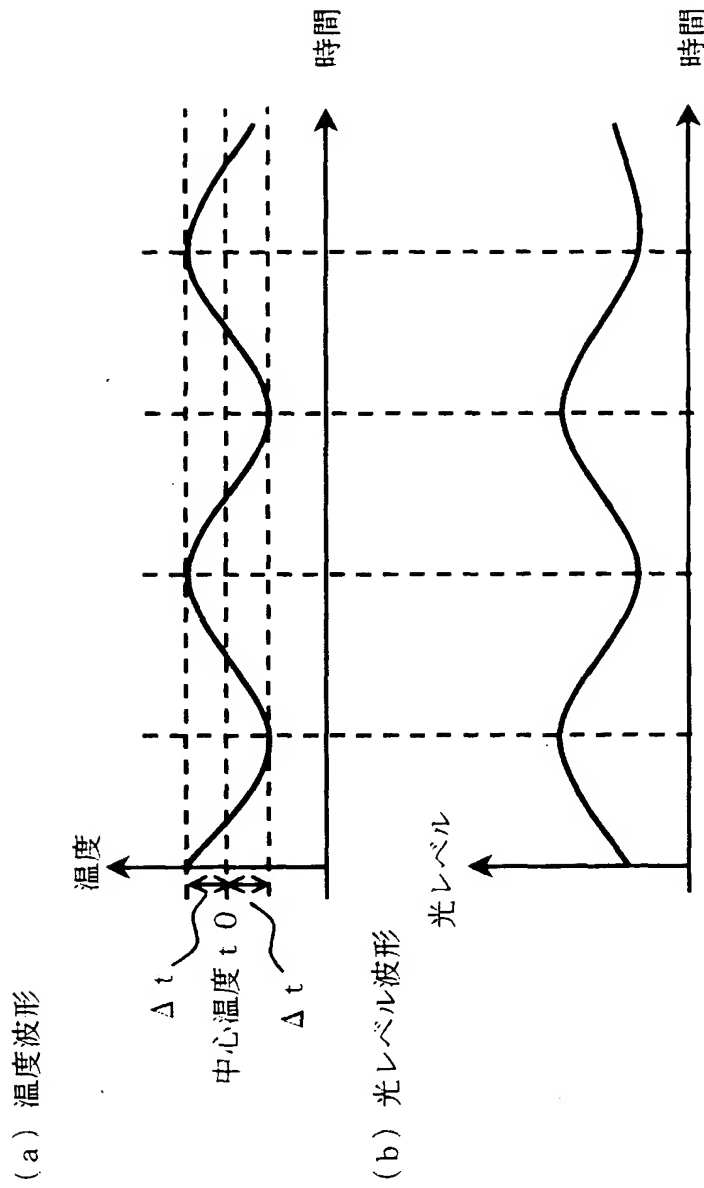
【図 11】

温度波形と光レベル波形との関係 (1)



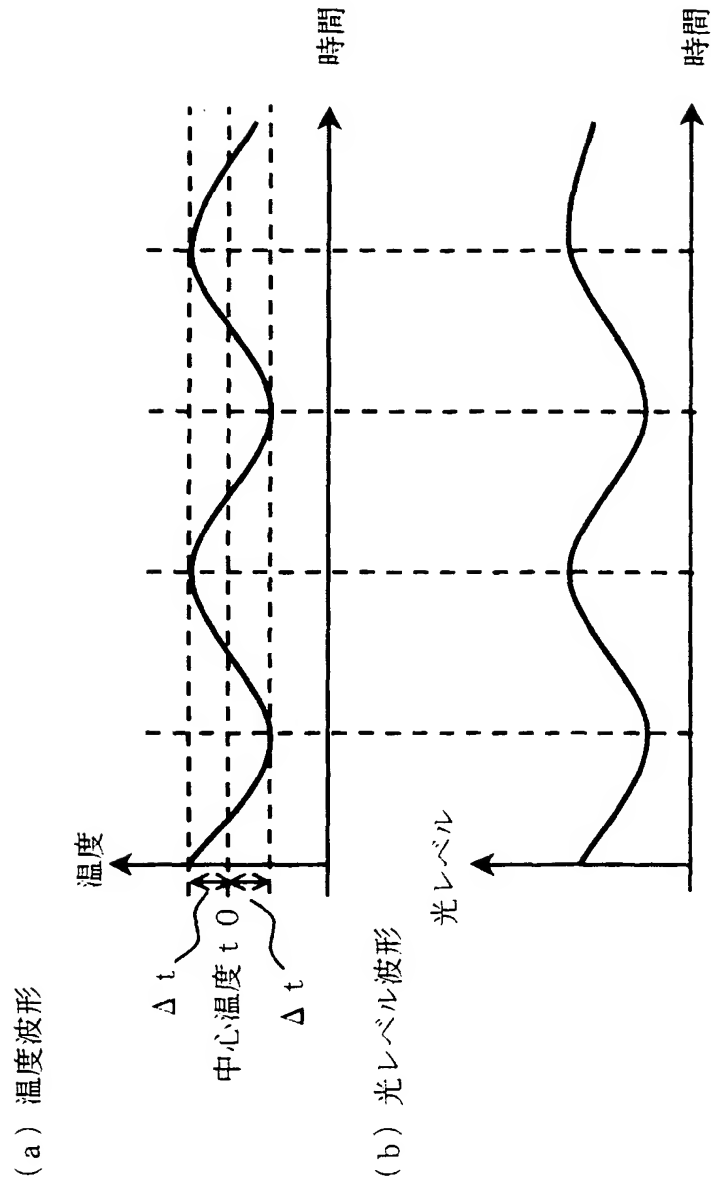
【図 12】

温度波形と光レベル波形との関係 (2)



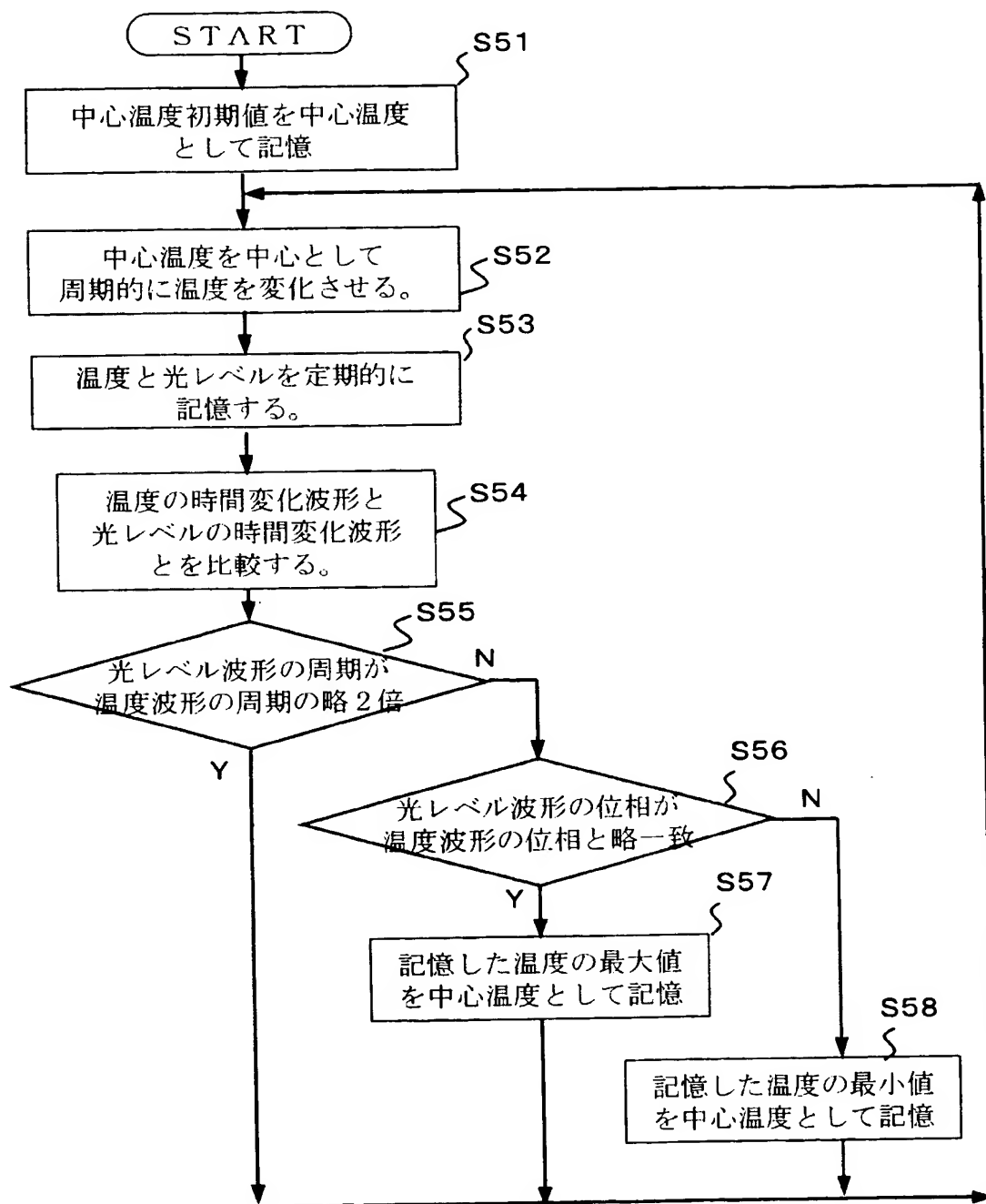
【図 13】

温度波形と光レベル波形との関係 (3)



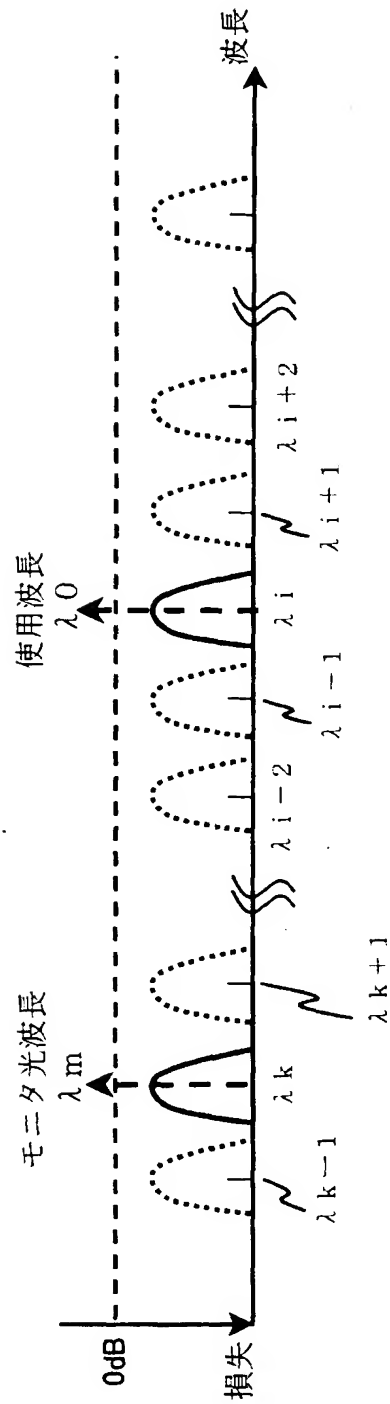
【図 14】

制御フロー (2)



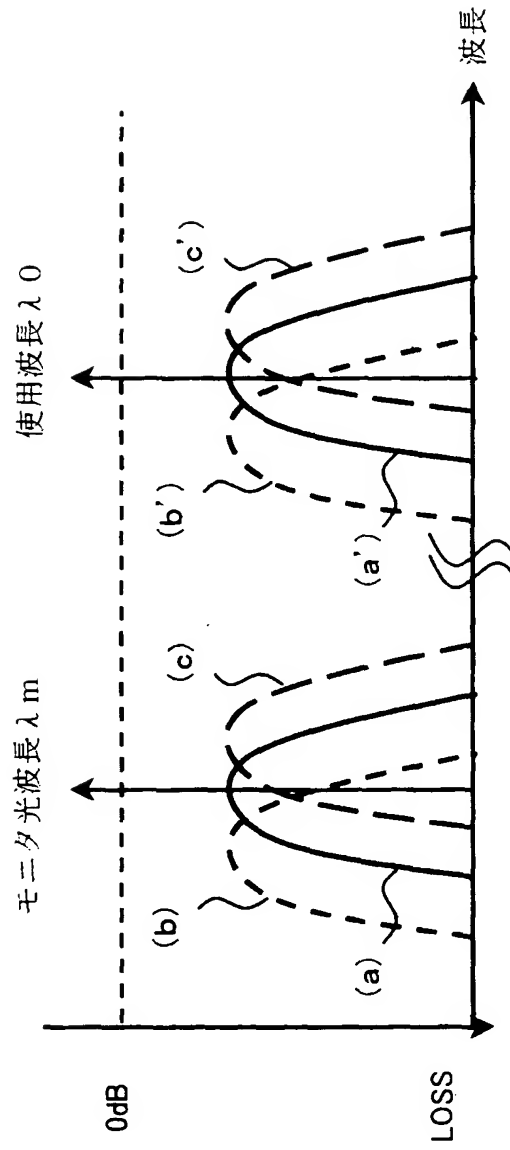
【図 16】

VIPA-DCMのフィルタ特性と使用波長、モニタ光波長の関係の一例



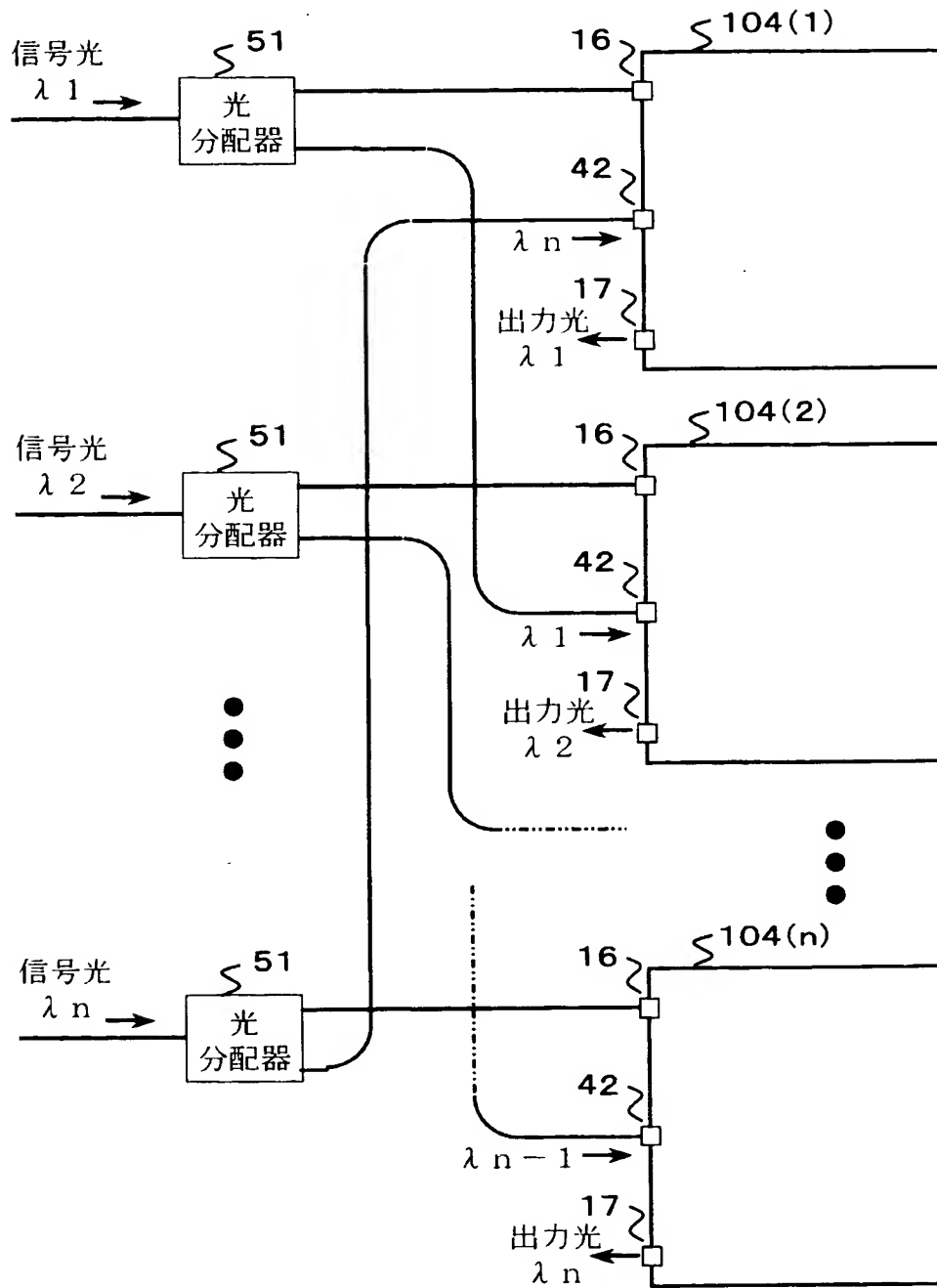
【図 17】

使用波長およびモニタ光波長におけるフィルタ特性



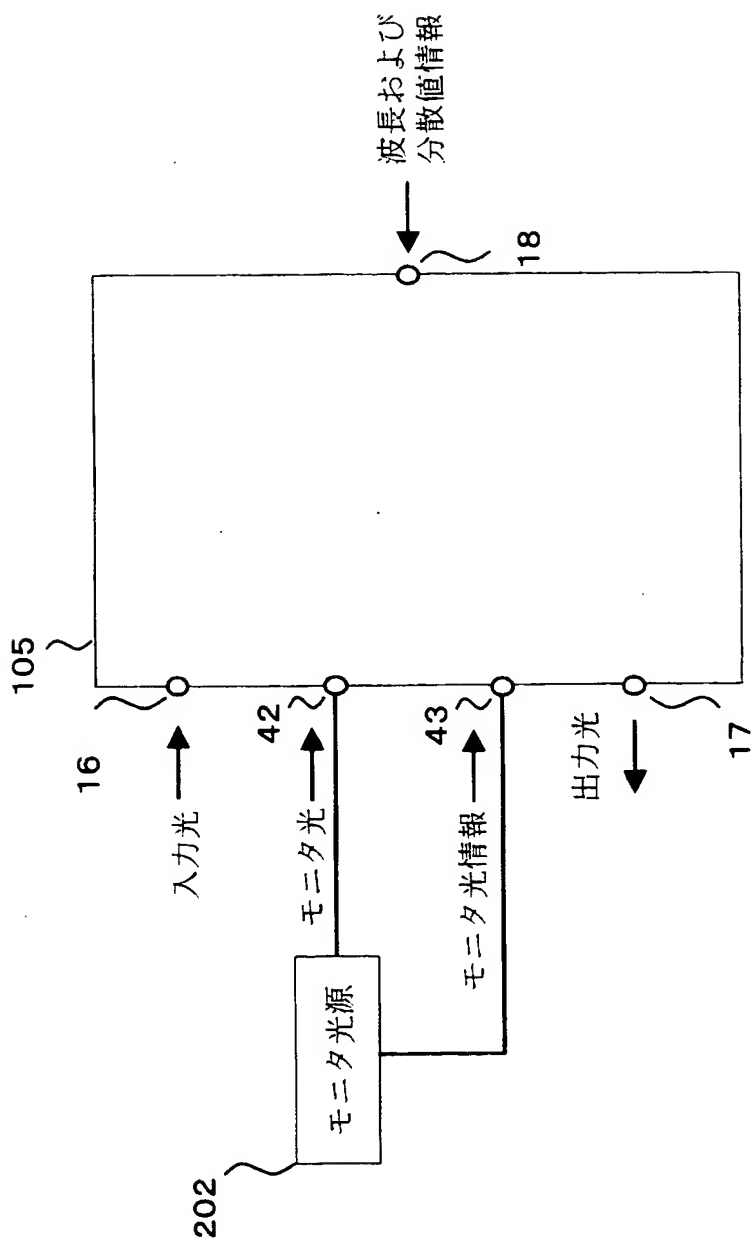
【図 18】

本発明の第 6 実施例



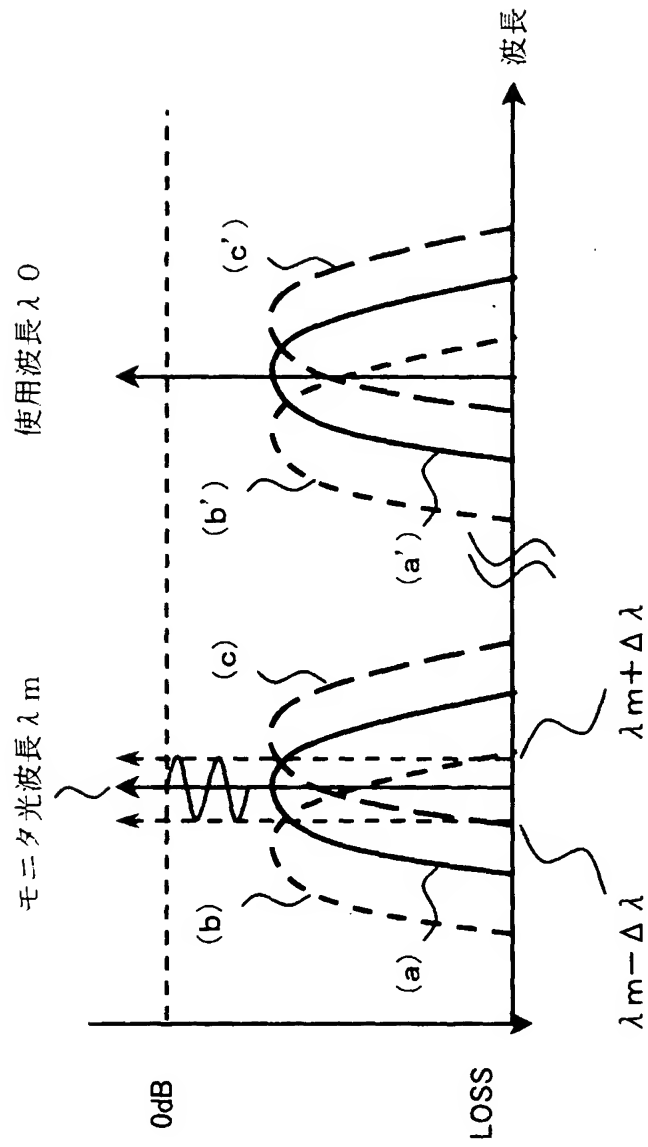
【図 21】

本発明の第 8、第 9 実施例の説明図 2



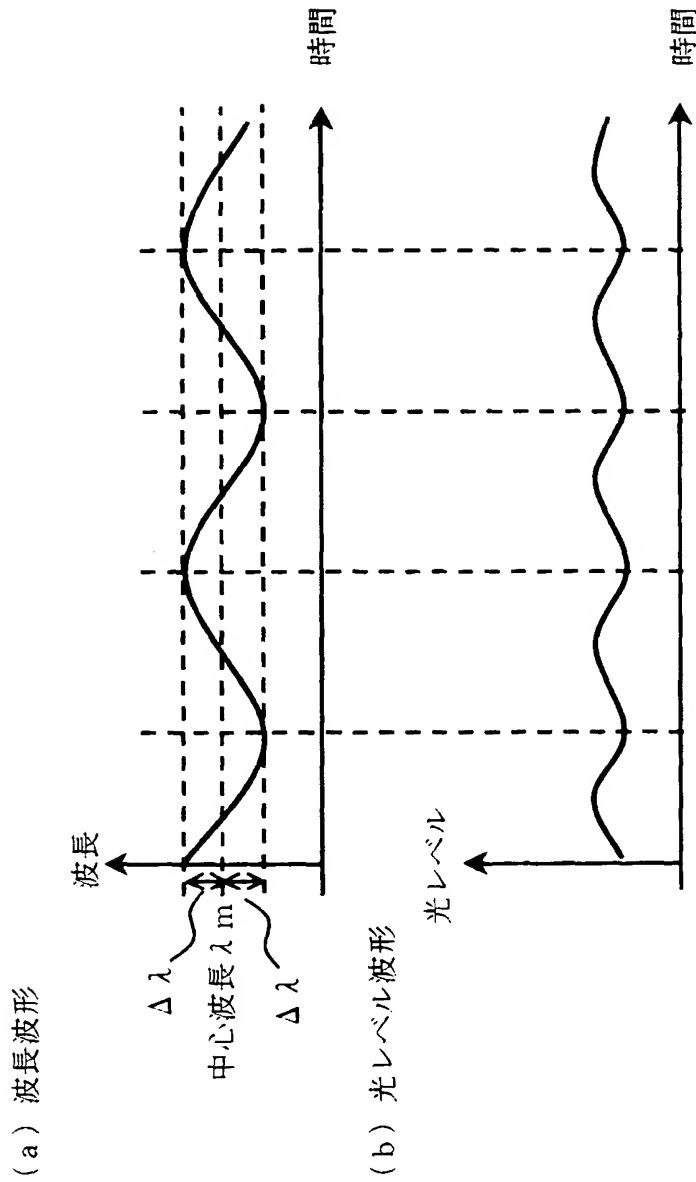
【図 22】

使用波長およびモニタ光波長におけるフィルタ特性



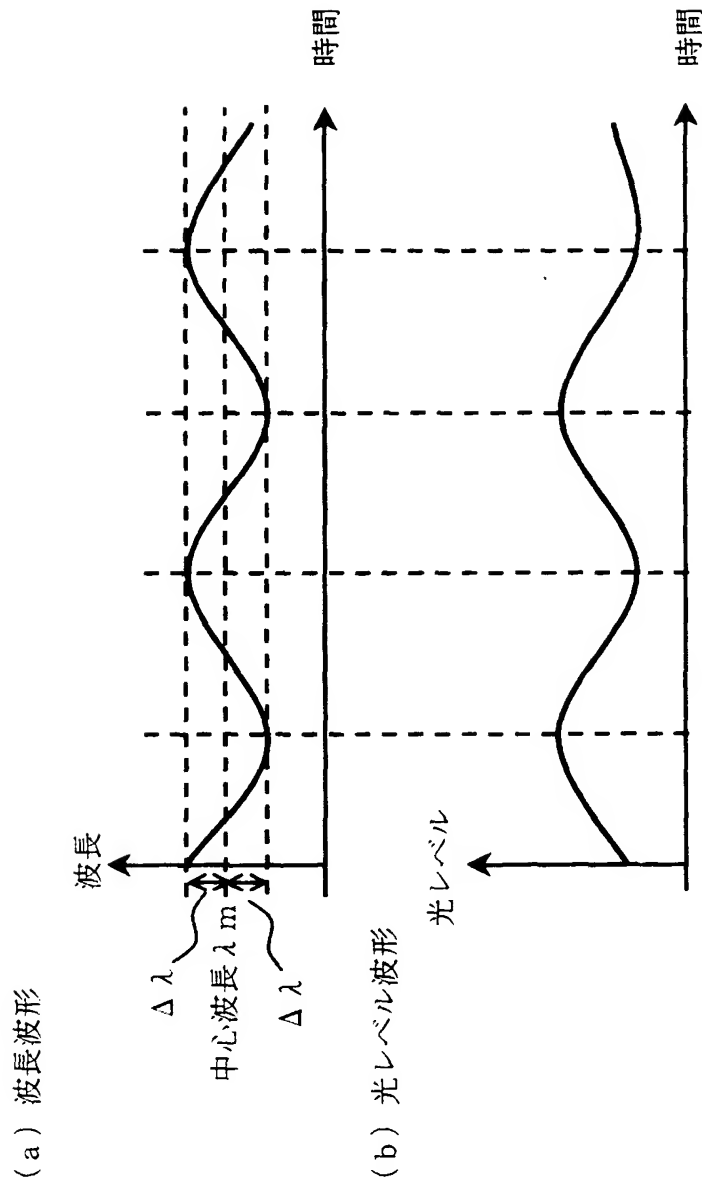
【図 23】

波長波形と光レベル波形との関係 (1)



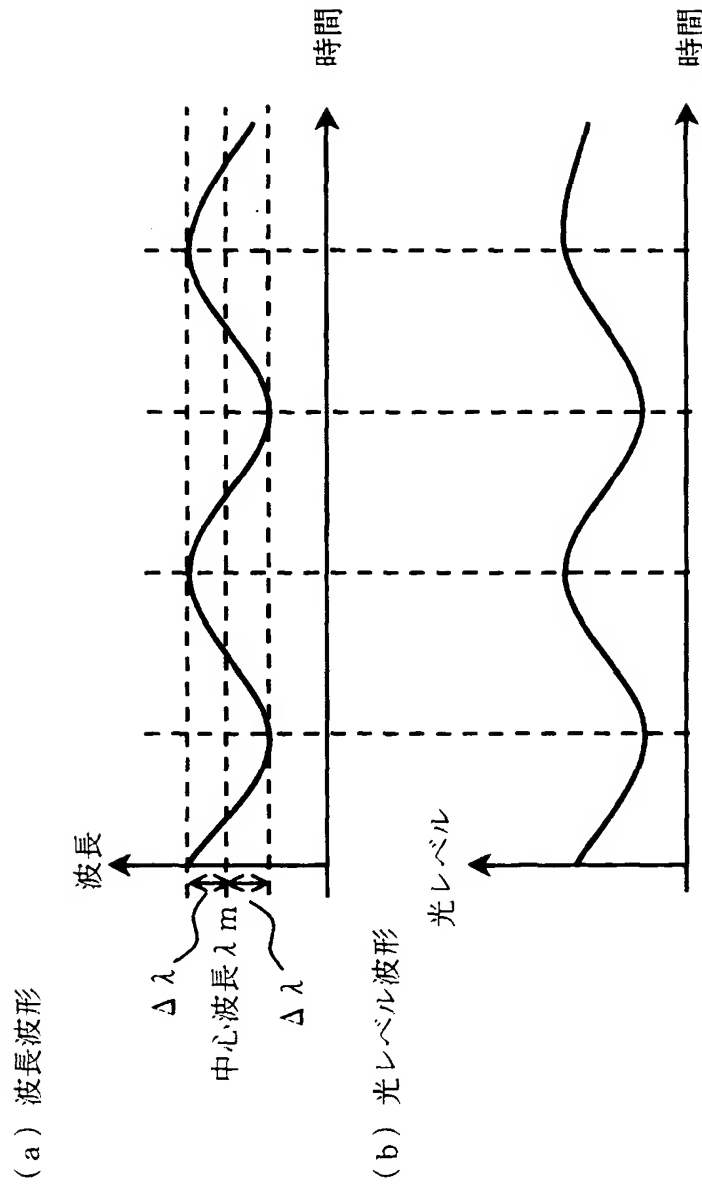
【図 24】

波長波形と光レベル波形との関係 (2)



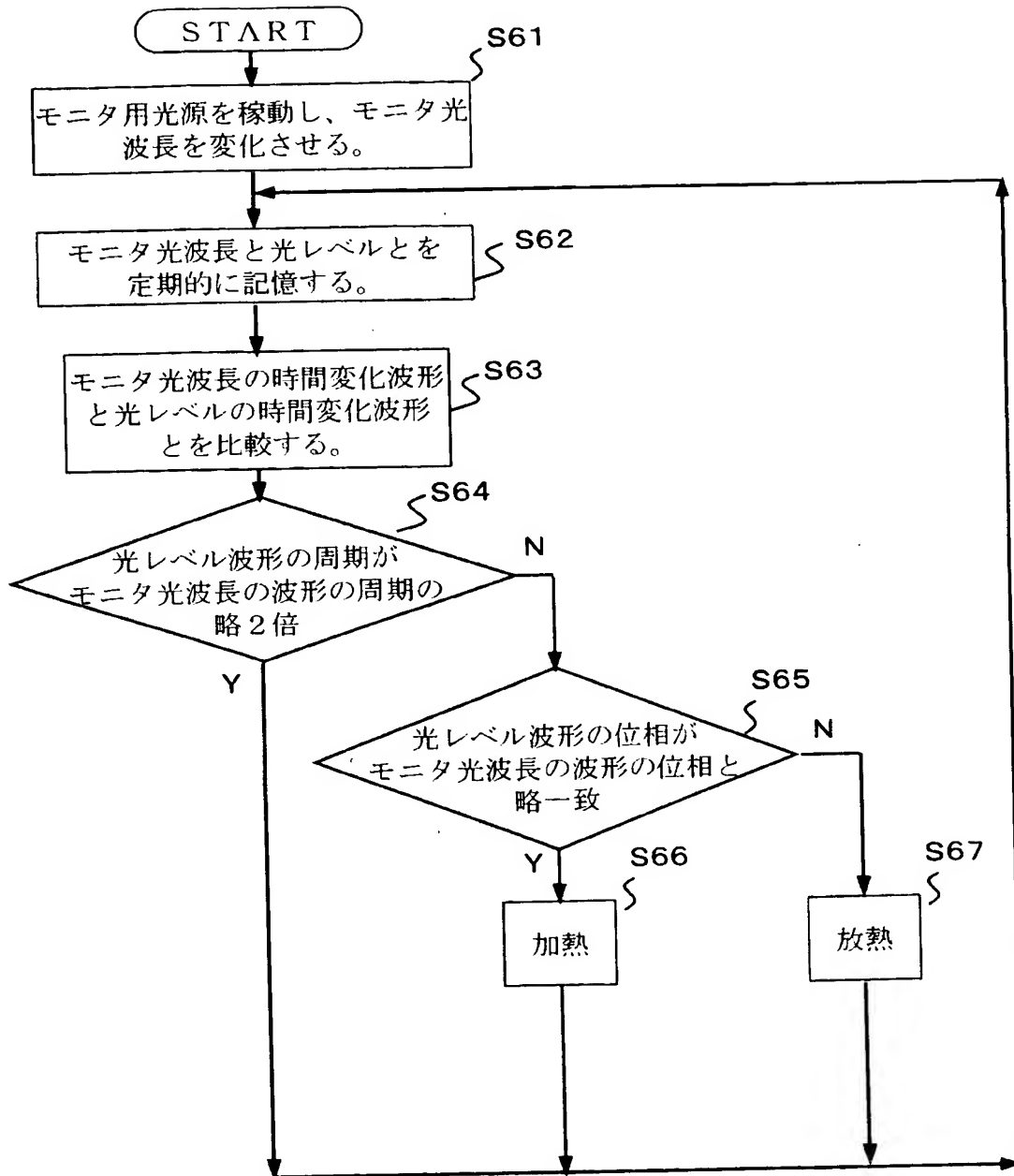
【図 25】

波長波形と光レベル波形との関係 (3)

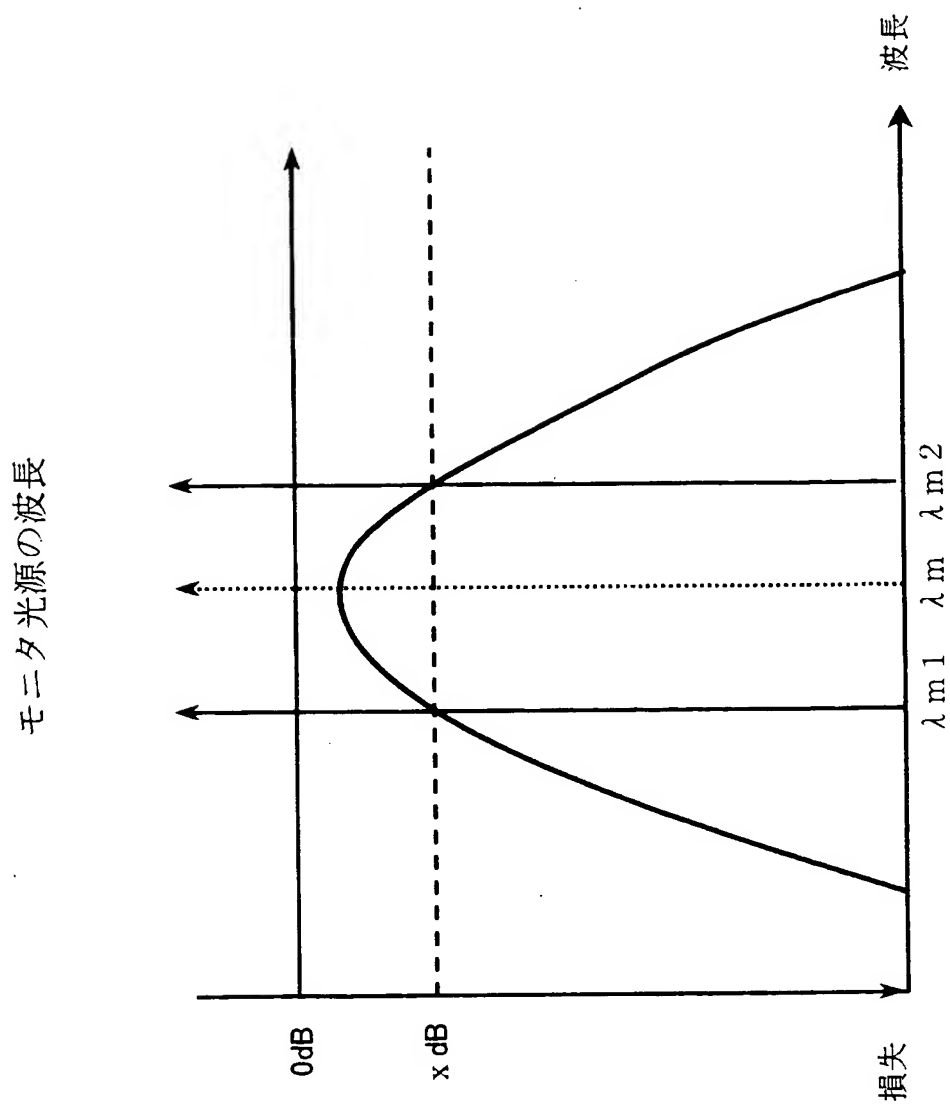


【図 26】

制御フロー (3)

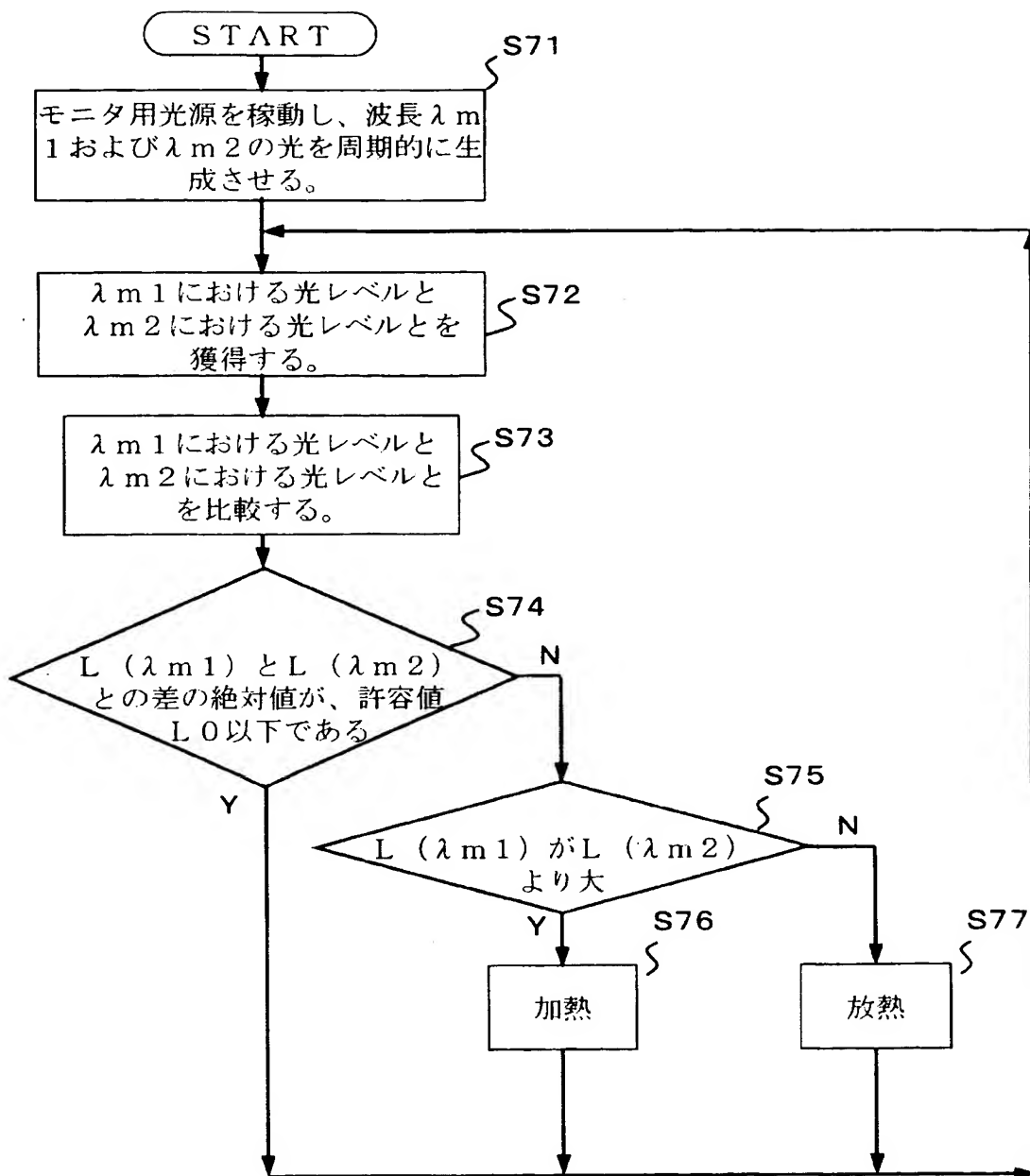


【図 2 7】



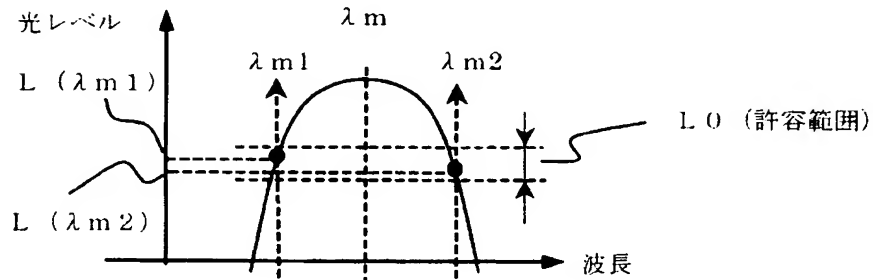
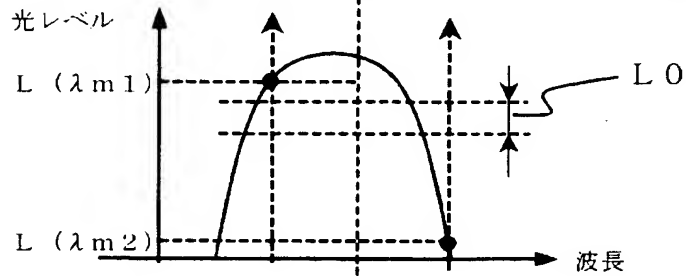
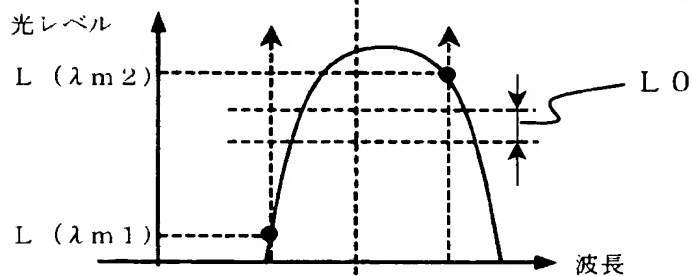
【図 28】

制御フロー (4)



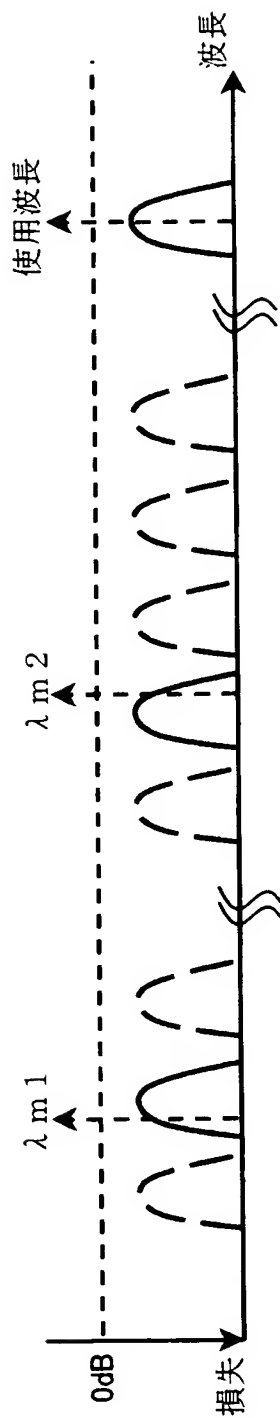
【図 29】

モニタ光の光レベルとフィルタ特性との関係

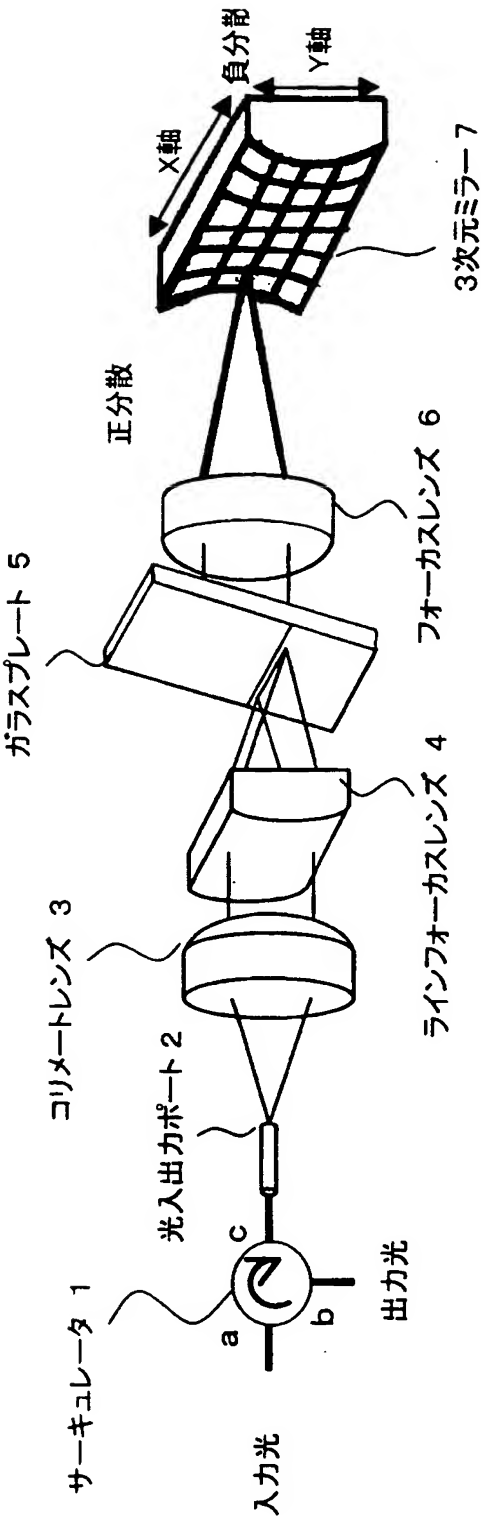
(a) $L(\lambda_{m1})$ と $L(\lambda_{m2})$ との差の絶対値が L_0 以下の場合(b) (a) でなく、 $L(\lambda_{m1}) > L(\lambda_{m2})$ の場合(c) (a) でなく、 $L(\lambda_{m1}) < L(\lambda_{m2})$ の場合

【図 30】

VIPA-DCMのフィルタ特性とモニタ光波長 λ_{m1} および λ_{m2} の選択例



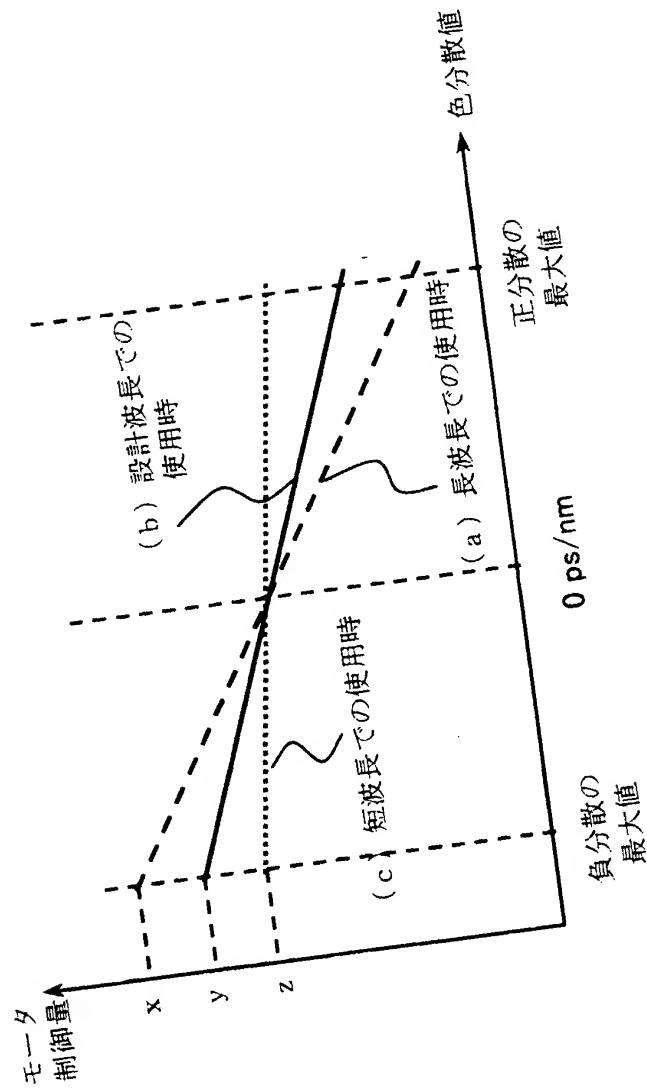
【図 3 1】



特願2002-268894

【図32】

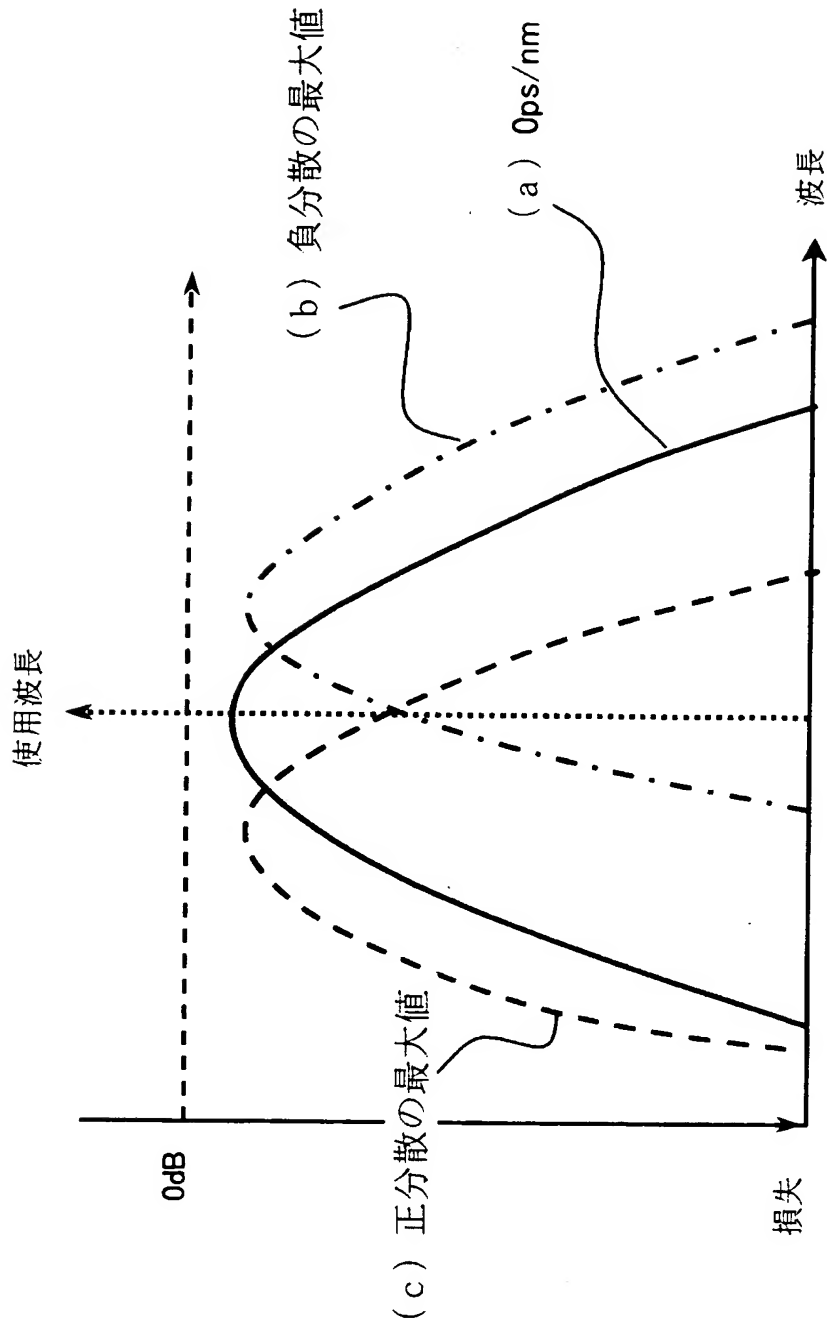
VIPA型色分散補償器の各使用波長における
モータ制御量と色分散値



出証特2003-3059371

【図 33】

フィルタ特性と色分散値との関係



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 V I P A 型色分散補償器において、所要波長で所要の色分散値を簡易な方法で実現し、また、所要波長、所要色分散値に設定したときの損失を略最小とすることで、良好な特性の色分散補償器を実現する。

【解決手段】 入力光を受光して、所望の波長を有する出力光を生成する分光手段と、分光手段へ出力光を戻す、特定波長について設計された光返送手段と、前記分光手段と前記光返送手段との相対位置を変更するための位置変更手段 1 2 とを備える色分散補償器 1 1 と、ある波長において各色分散値を生じさせるために必要な位置変更手段 1 2 の位置制御量を予め保持する保持手段 1 4 と、出力光の波長および要求される色分散値に対応した保持手段 1 4 内の位置制御量に基づいて、位置変更手段 1 2 を稼動させる位置制御手段 1 5 とを設ける。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 2 6 8 8 9 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

新規登録

神奈川県川崎市中原区上小田中 1 0 1 5 番地
富士通株式会社

2. 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

住所変更

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号
富士通株式会社